

**ANALISIS KELISTRIKAN LARUTAN ELEKTROLIT  
BERBASIS SARI BELIMBING WULUH DAN SARI JERUK  
KUNCI SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF**

**SKRIPSI**

**ZAFIRA AMALIA NASUTION**

**0705163052**



**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2021**

**ANALISIS KELISTRIKAN LARUTAN ELEKTROLIT  
BERBASIS SARI BELIMBING WULUH DAN SARI JERUK  
KUNCI SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF**

**SKRIPSI**

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Sains (S.Si)*

**ZAFIRA AMALIA NASUTION**

**0705163052**



**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2021**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada Yth.,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama : Zafira Amalia Nasution  
NIM : 0705163052  
Program Studi : Fisika  
Judul : Analisis Kelistrikan Larutan Elektrolit Berbasis Sari  
Belimbing Wuluh dan Sari Jeruk Kunci Sebagai  
Sumber Energi Alternatif

Dapat disetujui untuk segera *dimunqasyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Medan, 22 Maret 2021 M  
8 Syakban 1442 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,



Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.  
NIP. 198111062005011003

Pembimbing Skripsi II,



Ratni Sirait, M.Pd  
NIB. 1100000071

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Zafira Amalia Nasution  
NIM : 0705163052  
Program Studi : Fisika  
Judul : Analisis Kelistrikan Larutan Elektrolit Berbasis Sari  
Belimbing Wuluh dan Sari Jeruk Kunci Sebagai  
Sumber Energi Alternatif

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Apabila dikemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 30 Maret 2021



Zafira Amalia Nasution  
NIM. 0705163052



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. IAIN No. 1 Medan 20235  
Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683  
Url: <http://saintek.uinsu.ac.id>, E-mail: [saintek@uinsu.ac.id](mailto:saintek@uinsu.ac.id)

**PENGESAHAN SKRIPSI**


Nomor: B.147/ST/ST.V.2/PP.01.1/09/2021

Judul : Analisis Kelistrikan Larutan Elektrolit Berbasis  
Sari Belimbing Wuluh dan Sari Jeruk Kunci  
Sebagai Sumber Energi Alternatif  
Nama : Zafira Amalia Nasution  
NomorIndukMahasiswa : 0705163052  
Program Studi : Fisika  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Fisika  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan dan dinyatakan  
**LULUS.**

Pada hari/tanggal : Selasa, 30 Maret 2021  
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah,  
Ketua,

  
Muhammad Nuh, S. Pd., M. Pd.  
NIP. 197503242007101001

Dewan Penguji,


Penguji I,

  
Dr. Abdul Halim Daulay, S. T., M. Si.  
NIP. 1981110620050111003

Penguji II,

  
Ratni Sirait, M. Pd.  
NIB. 1100000071

Penguji III, ,

  
Masthura, M.Si.  
NIB. 1100000069

Penguji IV,

  
Nazaruddin Nasution, M. Pd.  
NIB. 1100000070

Mengesahkan,  
Dewan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sumatera Utara Medan,  
  
M. A. Syahnan, M.A.  
NIP. 196609051991031002



## ABSTRAK

Telah dilaksanakan penelitian bertujuan (i) untuk mengetahui pengaruh pencampuran sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci terhadap nilai pH, tegangan listrik, arus listrik, dan daya listrik larutan elektrolit yang dihasilkan, (ii) untuk mengetahui kemampuan larutan elektrolit sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci ketika menyalakan lampu LED merah 1 jam, (iii) Untuk mengetahui massa elektroda Cu (tembaga) dan Zn (seng) sebelum dan setelah bereaksi dengan larutan elektrolit. Penelitian ini menggunakan sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci sebagai larutan elektrolit, serta menggunakan elektroda Cu (tembaga) dan Zn (seng) sebagai anoda dan katodanya. Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan terhadap larutan elektrolit sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci diperoleh bahwa rentang nilai pH nya antara 2,2 sampai 2,8, tegangan listrik 1,73 V sampai 1,64 V, arus listrik 1,05 mA sampai 0,99 mA, sedangkan untuk daya listrik 1,81 mW sampai 1,62 mW. Tinggi rendahnya suatu tegangan, arus dan daya listrik di pengaruhi oleh nilai pH. Hal ini dinyatakan bahwa seiring meningkatnya variasi volume sari belimbing wuluh maka nilai pH akan semakin kecil sedangkan untuk tegangan listrik, arus listrik, dan daya listrik yang dihasilkan akan semakin besar dan sebaliknya. Selanjutnya kemampuan larutan elektrolit sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci dalam menyalakan lampu LED merah selama 1 jam terjadi penurunan tegangan dan arus listrik secara stabil seiring dengan waktu pembebanan. Dan untuk massa elektroda Cu (tembaga) dan Zn (seng) setelah bereaksi dengan larutan elektrolit terjadi perubahan massa. Hal ini ditunjukkan dari hasil pengukuran di mana terjadinya penambahan massa pada elektroda Cu (tembaga) dan pengurangan massa pada elektroda Zn (seng).

**Kata-kata kunci:** pH, sifat kelistrikan, belimbing wuluh, jeruk kunci, energi alternatif

## ABSTRACT

*Research has been carried out aiming (i) to determine the effect of mixing starfruit juice and key orange juice on the pH value, electric voltage, electric current, and electrical power of the resulting electrolyte solution, (ii) to determine the ability of the electrolyte solution of starfruit juice and orange juice. key when turning on the red LED for 1 hour, (iii) To determine the mass of the Cu (copper) and Zn (zinc) electrodes before and after reacting with the electrolyte solution. This study used starfruit juice and key lime juice as electrolyte solutions, and used Cu (copper) and Zn (zinc) electrodes as anode and cathode. Based on the results of measurements that have been carried out on the electrolyte solution of starfruit juice and key orange juice, it is found that the pH value ranges from 2.2 to 2.8, the electric voltage is 1.73 V to 1.64 V, the electric current is 1.05 mA to 0.99 mA, while for electric power 1.81 mW to 1.62 mW. High and low a voltage, current and electric power are influenced by the pH value. It is stated that as the volume of wuluh starfruit juice increases, the pH value will be smaller, while the voltage, electric current, and electric power produced will be greater and vice versa. Furthermore, the ability of the electrolyte solution of starfruit juice and key lime juice in turning on the red LED light for 1 hour resulted in a steady decrease in voltage and electric current with loading time. And for the mass of the Cu (copper) and Zn (zinc) electrodes after reacting with the electrolyte solution there was a change in mass. This is shown from the measurement results where there is an increase in mass at the Cu (copper) electrode and a mass reduction at the Zn (zinc) electrode.*

**Keywords:** *pH, electrical properties, starfruit, key oranges, alternative energy*

## KATA PENGANTAR



Puji syukur Alhamdulillah atas karunia Allah SWT yang telah memberikan rahmad, hidayah, serta karunia-Nya hingga penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Kelistrikan Larutan Elektrolit Berbasis Sari Belimbing Wuluh dan Sari Jeruk Kunci Sebagai Sumber Energi Alternatif”.

Skripsi ini bisa penulis selesaikan berkat adanya bantuan serta dorongan dan arahan dari banyak pihak. Maka, ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya untuk:

1. Prof. Dr. Syahrin Harahap, M.A., sebagai Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
2. Dr. Mhd. Syahnan, M.A., sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
3. Muhammad Nuh, S.Pd., M.Pd., sebagai Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN SU Medan.
4. Miftahul Husnah, S.Pd, M.Si., sebagai Sekretaris Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN SU Medan.
5. Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si., sebagai Pembimbing I yang sudah memberikan arahan dan penuh kesabaran memberikan ide, masukan serta sarannya dan motivasi ketika menyusun skripsi.
6. Ratni Sirait M.Pd., sebagai pembimbing II yang telah membimbing dengan sabar serta meluangkan waktunya memberikan motivasi serta saran ketika menyusun skripsi ini.
7. Nazaruddin Nasution, M.Pd., sebagai dosen Penasihat Akademik penulis.
8. Seluruh Dosen Program Studi Fisika Sains dan Tekhnologi UIN SU Medan yang belum bisa saya tuliskan keseluruhannya saya ucapkan terimakasih sudah memberi ilmu, membimbing, mengarahkan, dan membantu penulis ketika penulis dalam proses perkuliahan.

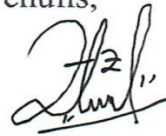


9. Bapak Hamidi dan Ibu Masriani sebagai orang tua saya, serta keluarga besar saya yang saya panggil sebagai kakek, moncu, bunde, umi, one dan ada juga dari keluarga yang special yang mungkin tidak saya sebutkan namanya satu persatu, mereka merupakan orang-orang yang banyak memberikan arahan, cinta kasih sayang, doa, bantuan baik dalam ekonomi maupun yang lainnya, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan penuh kesabaran dan kekuatan sampai menuju sarjana.
10. Keluarga Fisika Stambuk 2016 baik Fisika-1 dan Fisika-2 yang selalu memberikan semangat dan motivasi.
11. Seluruh pihak yang tidak bisa penulis sertakan namanya satu persatu. Terimakasih penulis ucapkan karena sudah memberi bantuan selama proses perkuliahan sampai sekarang ini.

Penulis sudah melakukan usaha yang maksimal dalam menyusun skripsi ini untuk tercapainya kesempurnaan dan kelengkapan data penelitian, walaupun pada akhirnya penulis sadar kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT. Penulis juga mengharapkan saran dan kritik sifatnya membangun semua pihak supaya bisa dilengkapi kekurangan dalam skripsi ini.

Medan, 30 Maret 2021

Penulis,



Zafira Amalia Nasution

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>PERSETUJUAN SKRIPSI.....</b>	<b>i</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Pengertian Energi.....	4
2.2 Energi Alternatif.....	5
2.2.1 Pemanfaatan Energi Alternatif dari Buah-buahan.....	6
2.2.2 Belimbing Wuluh.....	6
2.2.3 Jeruk Kunci.....	8
2.3 Larutan Elektrolit.....	8
2.3.1 Pengertian Larutan Elektrolit.....	8
2.3.2 Jenis-jenis Larutan Elektrolit.....	9
2.4 Elektrokimia.....	10
2.4.1 Sel Volta.....	10
2.4.2 Elektroda.....	14
2.4.3 Logam Tembaga (Cu) dan Logam Zn (seng).....	15

2.4.4 Elektron .....	15
2.5 Analisis Biobaterai.....	16
2.5.1 Analisis pH.....	16
2.5.2 Tegangan Listrik .....	17
2.5.3 Arus Listrik .....	17
2.5.4 Daya Listrik.....	18
2.6 Penelitian yang Relevan.....	19
2.7 Hipotesis Penelitian.....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	21
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	21
3.2.1 Alat Penelitian .....	21
3.2.2 Bahan Penelitian.....	22
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	23
3.4 Prosedur Penelitian .....	24
3.4.1 Tahap Persiapan .....	24
3.4.2 Tahap Pengambilan Data .....	25
3.4.3 Tahap Analisis Data .....	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>27</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	27
4.1.1 Pengukuran pH, Tegangan Listrik dan Daya Listrik .....	27
4.1.2 Pengukuran Penurunan Tegangan .....	30
4.1.3 Pengukuran Penurunan Arus.....	31
4.1.4 Pengukuran Massa Elektroda Cu-Zn.....	33
4.2 Pembahasan Penelitian .....	33
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>36</b>
5.1 Kesimpulan .....	36
5.2 Saran.....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1	Potensial Elektroda .....	13
2.2	Nilai pH Untuk Asam, Basa, dan Garam .....	17
4.1	Hasil Pengamatan Pengukuran pH dan Kelistrikan Larutan Sari Belimbing Wuluh dan Sari Jeruk Kunci .....	27
4.2	Penurunan Tegangan Listrik Pada Larutan Elektrolit Saat Diberi Beban LED Merah Selama 1 Jam .....	30
4.3	Penurunan Arus Listrik Pada Larutan Elektrolit Saat Diberi Beban LED Merah Selama 1 Jam .....	31
4.4	Pengukuran Massa Elektroda Cu-Zn .....	33

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	Buah Belimbing Wuluh .....	7
2.2	Buah Jeruk Kunci .....	8
2.3	Skema Sel Galvani.....	11
3.1	Diagram Alir Pembuatan dan Pengujian Larutan Elektrolit Sari Belimbing Wuluh dan Sari Jeruk Kunci .....	23
3.2	Susunan Rangkaian Penelitian .....	25
4.1	Gafik pH Terhadap Variasi Volume.....	27
4.2	Variasi Volume Larutan Sari Belimbing Wuluh dan Sari Jeruk Kunci Terhadap Tegangan Listrik .....	28
4.3	Variasi Volume Larutan Sari Belimbing Wuluh dan Sari Jeruk Kunci Terhadap Arus Listrik.....	29
4.4	Variasi Volume Larutan Sari Belimbing Wuluh dan Sari Jeruk Kunci Terhadap Daya Listrik.....	29
4.5	Penurunan Tegangan Listrik Semua Variasi Sampel Pada Larutan Elektrolit Sari Belimbing Wuluh dan Sari Jeruk Kunci Saat Diberi Beban LED Merah .....	30
4.6	Penurunan Arus Listrik Semua Variasi Sampel Pada Larutan Elektrolit Sari Belimbing Wuluh dan Sari Jeruk Kunci Saat Diberi Beban LED Merah .....	32

## **DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Lampiran</b>	<b>Judul Lampiran</b>
1	Analisis dan perhitungan Penelitian
2	Gambar Alat-alat Percobaan
3	Gambar Bahan Percobaan
4	Gambar Proses dan Hasil Pengujian

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Di dalam setiap kehidupan energi begitu dibutuhkan. Dapat dikatakan bahwa kebutuhan energi semakin bertambah secara terus-menerus. Terutama energi listrik yang merupakan sumber energi paling penting untuk hidup manusia ketika kehidupan sehari-hari maupun kegiatan industri. Dengan kecanggihan alat elektronik yang terus berkembang dan semakin bertambah jumlah penduduk di Indonesia sehingga mengakibatkan sumber energi listrik terus mengalami peningkatan. Kebutuhannya akan energi listrik belum diimbangi dari pemasokan energinya, maka akan mengakibatkan Indonesia terdampak krisis energi untuk puluhan tahun kedepannya, jika tidak segera dikembangkan sumber energi alternatif.

Dapat kita lihat bahwa sebelumnya sudah banyak yang berusaha melakukan penelitian yang bisa menghasilkan sumber energi alternatif salah satunya yaitu dari penelitian dari Atina (2015), dapat diketahui bahwa dari berbagai macam buah yang terdiri dari tomat, nanas, jeruk, apel, dan juga belimbing wuluh dapat menghasilkan sumber energi listrik. Begitu juga dengan penelitian sebelumnya yang dikembangkan oleh Azmi (2015) menyatakan bahwa buah belimbing sayur dapat menghasilkan arus dan tegangan sehingga menghasilkan baterai sederhana.

Di mana selanjutnya penulis berkeinginan untuk melakukan sebuah penelitian dengan memanfaatkan buah belimbing wuluh dan buah jeruk kunci sebagai larutan elektrolit yang dapat menghasilkan arus listrik yang ramah lingkungan serta untuk meningkatkan kegunaan dari buah sari belimbing wuluh dan buah jeruk kunci.

Berdasar kepada latar belakang sebelumnya, maka penulis tertarik untuk melaksanakan penelitian berjudul “Analisis Kelistrikan Larutan Elektrolit Berbasis Sari Belimbing Wuluh dan Sari Jeruk Kunci Sebagai Sumber Energi Alternatif”. Dalam penelitian ini, larutan elektrolit diperoleh dari kandungan asam format dan asam sitrat di buah belimbing wuluh dan buah jeruk kunci hingga bisa

memunculkan energi listrik. Di mana pengukuran yang dilakukan terhadap larutan elektrolit yakni nilai pH, tegangan, arus dan daya listriknya, kemampuan larutan elektrolit yang bisa menghidupkan lampu LED dalam waktu 1 jam dengan melihat nilai penurunan tegangan dan arusnya dan juga perhitungan masa elektroda sebelum dan setelah bereaksi dengan larutan elektrolit. Untuk menghasilkan tegangan dan arus maka digunakan elektroda Cu (tembaga) dan elektroda Zn (seng). Hasil dari penelitian ini harapannya bisa menjadikan sumber alternatif yang diperbarui serta dapat meningkatkan pemanfaatan dari buah belimbing wuluh dan buah jeruk kunci yang ada di lingkungan masyarakat.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan dari latar belakang di atas maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh pencampuran sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunciter hadap nilai pH, tegangan listrik, arus listrik, dan daya listrik larutan elektrolit yang dihasilkan?
2. Bagaimana kemampuan larutan elektrolit sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci dalam menyalakan lampu LED merah sampai 1 jam terhadap penurunan tegangan dan arus listrik?
3. Berapa massa elektroda Cu (tembaga) dan Zn (seng) sebelum dan setelah bereaksi dengan larutan elektrolit?

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bahan yang dipergunakan untuk penelitian ini yaitu buah belimbing wuluh dan jeruk kunci.
2. Variasi volume antara sari buah belimbing wuluh dan sari buah jeruk kunci adalah 0%:100%, 25%:75%, 50%:50%, 75%:25%, dan 100%:0%
3. Volume total variasi sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci adalah sebesar 300 ml setiap variasi sampel.



4. Elektroda yang dipergunakan yakni plat Cu (tembaga) untuk kutub positif (Anoda) dan plat Zn (seng) sebagai kutub negatif (katoda) ukurannya 4,5 cm×8 cm dan tebal 0,2 mm.
5. Karakteristik larutan elektrolit yang diuji yakni nilai pH, tegangan listrik, arus listrik, daya listrik, kemampuan dalam menyalakan lampu LED dalam 1 jam terhadap turunnya tegangan dan arus listrik serta menghitung massa elektroda sebelum dan setelah digunakan untuk setiap variasi sampel.
6. Perhitungan massa elektroda Cu (tembaga) dan Zn (seng) dilakukan sebelum dan setelah bereaksi dengan larutan elektrolit.
7. Pengukuran nilai pH menggunakan pH meter digital.
8. Penelitian ini dilaksanakan di kelembapan dan suhu ruangan yang serupa.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun Penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruhnya pencampuran sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci pada nilai pH, tegangan listrik, arus listrik, dan daya listrik larutan elektrolit yang dihasilkan.
2. Untuk mengetahui kemampuan larutan elektrolit sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci dalam menyalakan lampu LED merah sampai 1 jam terhadap penurunan tegangan dan arus listrik.
3. Untuk mengetahui massa elektroda Cu (tembaga) dan Zn (seng) sebelum dan setelah bereaksi dengan larutan elektrolit.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Untuk masyarakat dapat menambah keilmuan juga informasi serta bisa juga digunakan sebagai bahan rujukan dalam menghasilkan energi listrik Alternatif berbasis sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci.
2. Dapat membantu masyarakat umumnya wilayah pedesaan yang masih terbatas ketersediaan akan sumber energi listrik.
3. Dapat meningkatkan nilai guna dari buah belimbing wuluh dan jeruk kunci yang sebelumnya hanya dimanfaatkan sebagai sayur dan perasa makanan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Energi**

Energi adalah suatu kebutuhan pokok manusia yang sangat diperlukan, selain itu seiring dengan pertambahan penduduk, kebutuhan akan sumber energi semakin meningkat secara bertahap. Hal ini dapat dibuktikan dengan semakin banyaknya pergantian peristiwa mekanis modern, khususnya pada peralatan rumah tangga, tempat kerja, penginapan dan peralatan lainnya yang memanfaatkan energi listrik yang bergantung pada bahan bakar. Maka di tengah keadaan darurat sumber bahan bakar saat ini, muncul pemikiran untuk peningkatan energi (ekspansi energi) dengan menciptakan sumber energi lain sebagai sumber energi pilihan (Kholiq, 2015).

Dalam kehidupan sehari-hari energi sangat diperlukan, Energi yang biasa dipergunakan untuk kehidupan biasanya energi listrik yang sumbernya dari fosil yang sudah berumur jutaan tahun. Maka energi itu akan semakin berkurang bahkan habis sehingga kebutuhan akan energi makin meningkat peningkatannya ini diberi pengaruh dari banyaknya faktor yakni: titik puas manusia yang tidak ada batas, gaya kehidupan, kemajuan dunia yang semakin membutuhkan energi listrik. Maka dibutuhkan energi terbaru, berdasarkan hal ini maka dibutuhkanlah energi yang bisa mengurangi dari penggunaan energi yang tidak terbarukan (Azmi, 2015).

Penggunaan energi listrik yang bersumber dari tenaga matahari (sel surya) adalah semacam energi listrik pilihan yang telah dibuat di berbagai bidang. Namun, tidak seluruh masyarakat bisa merasakannya, dikarenakan biayanya yang tidak murah. Selanjutnya, individu dituntut untuk lebih meningkatkan ide-ide kreatif untuk menjadikan sumber energi terbaru menjadi sumber pilihan. Energi alternatif harus selalu diciptakan sebagai pengganti kapasitas sumber daya yang tidak berkelanjutan ini, khususnya energi listrik (Atina, 2015).

Berbagai macam buah yang bersifat asam dapat menghasilkan energi listrik. Antara satu buah dengan buah lainnya memiliki tingkat keasaman yang berbeda-beda, ketika tingkatan keasamannya bisa diukur melalui penggunaan pH

meter. Semakin tingginya asam buah maka pH juga makin rendah dan sebaliknya. Energi listrik yang dihasilkan akan beragam akibat pengaruh keragaman nilai pH (Mungkin & Tanjung, 2019).

Adapun ayat Al-quran yang berhubungan dengan kelistrikan yang dapat menghasilkan pancaran cahaya terdapat Qs An-Nur/ 24:35

﴿اللَّهُ نُورُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ مِثْلُ نُورِ نُورٍ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ نُورٌ عَلَى نُورٍ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَنْ يَشَاءُ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ﴾ (٣٥)

Artinya: “Allah (memberikan) cahaya (untuk) langit juga bumi. Diumpamakan cahayanya yakni bagaikan lubang yang tidak bertembus, yang di dalamnya terdapat cahaya. Pelita tersebut berada di kaca dan kaca itu bagaikan bintang (memancarkan cahaya) bagaikan mutiara, ketika menyala dengan minyak pohon yang memiliki keberkahan yang banyak. Yakni pohon zaitun yang tumbuhnya tidak di bagian timur dan juga bukan sebelah baratnya. Minyak tersebut juga hampir menerangi, meskipun tidak tersentuh oleh api. Cahayanya bagaikan di atas cahaya, Allah memberi bimbingan untuk cahaya tersebut bagi orang yang dikehendakinya, dan Allah mengumpamakan untuk manusia, dan Allah maha tahu akan segala sesuatunya”

Ayat di atas dapat disimpulkan bahwa Allah menjelaskan cahaya-Nya dengan perumpamaan minyak zaitun dapat dipergunakan untuk bahan bakar yang bisa menyala lampu atau dianggap sebagai pelita.

## 2.2. Energi Alternatif

Dari hasil penelitian Suciwati dkk. (2019) dinyatakan bahwa energi yang dihasilkannya melalui bahan yang sebelumnya belum pernah diambil manfaatnya disebut sebagai energi alternatif. Buah dan sayur yang banyak mengandung asam

dapat dijadikan sebagai elektrolit serta sebagai sumber energi listrik alternatif yang ramah lingkungan (Mungkin & Tanjung, 2019).

### **2.2.1 Pemanfaatan Energi Alternatif Dari Buah-Buahan**

Energi Alternatif yakni memanfaatkan energi yang dihasilkan dengan cara yang praktis. Bahan organik ataupun anorganik memiliki potensi untuk diproyeksikan sebagai energi alternatif. Di samping ketersediaan yang cukup banyak dan ramah terhadap lingkungan, bahan itu pula bisa mendukung kebutuhan energi terkhusus untuk warga desa di negara yang memiliki penghasilan rendah Yasa, dkk., (2020).

Energi Alternatif juga biasanya banyak didapati dari sayuran, buah, ataupun limbah bio misalknya limbah papaya (kulitnya). Limbah ini (kulit papaya) bisa dipergunakan untuk mengalikasikan biobaterai. Biobaterai yaitu alat yang dapat menghasilkan energi listrik yang sumbernya melalui makhluk hidup. Kulit papaya banyak masyarakat yang kurang berfikir untuk mendaur ulangnya padahal kulit papaya bisa diaplikasikan untuk biobaterai bisa berfungsi untuk konduktor sebab terkandung di dalamnya partikel yang bermuatan ion positif juga negatif. Biasanya yang digunakan sebagai biobaterai dari kulit papaya berbentuk cairan maupun pasta rendah Yasa, dkk., (2020).

Selain itu belimbing wuluh dan kulit pisang juga bisa untuk energi alternatif dari hasil tingkat keasamannya yang dipakai untuk menggantikan cairan elektrolit asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) di aki. Elektrolit pada aki sifatnya asam, hingga buah yang memiliki sifat keasaman bisa menjadi elektrolit (Widyaningsih & Margana, 2019).

### **2.2.2 Belimbing Wuluh**

Belimbing wuluh merupakan tumbuhan yang dapat mengisi daerah rawa sampai ketinggiannya 500 m di atas permukaan laut. Pohon belimbing wuluh bisa sampai ketinggiannya 10 m, garis pertengahan batangnya hingga 30 cm. Belimbing wuluh memiliki batang yang kasar dan berbentuk benjol, ada cabang dan mengarah keatas. Buahnya berwarna hijau muda, bentuknya lonjong seukuran ibu jari memiliki rasa yang asam. Bentuk buahnya lonjong dan bulat persegi, berwarna hijau kekuning-kuningan, apabila matang buahnya banyak mengandung air, rasa asamnya, biji yang bentuknya bulat gepeng. Bunga yang kecil berbentuk

bintang berwarna ungu kemerahan. Kandungan yang terdapat pada belimbing wuluh yaitu, saponin, tanin, glukosa, kalsium oksalat, sulfur, asam format, pengoksidasi, kalium sitrat. Kandungan tersebut berasal dari daun, bunga, batang, dan buah (Putra, 2017).

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, dapat diketahui bahwasanya buah belimbing wuluh ini terdapat cairan asam format, hingga memiliki potensi dalam memunculkan listrik. Selain itu buah belimbing wuluh juga mempunyai tingkatan asam yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai larutan elektrolit (Suryaningsih, 2016).

Adapun firman Allah di dalam Al-Qur'an menyatakan tanda-tanda kekuasaan-Nya:

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ (١١)

Artinya: “Allah tumbuhkan untukmu melalui air hujan itu tanamannya misalnya zaitun, kurma, anggur dan banyak jenis buah. Sungguh yang seperti itu adalah benar tanda kekuasaannya untuk orang yang berfikir” (Q.S. An-Nahl:11)

Pada Al-Quran Allah menyatakan mengenai manfaat juga guna dari yang sudah diciptakan-Nya. Melalui banyak tanaman yang Allah ciptakan, dan di antaranya yakni belimbing wuluh (*Averhoa bilimbi*) dikenal juga mempunyai manfaat yang banyak. Biasanya untuk bahan pakan dan untuk keperluan obat juga dapat digunakan sebagai larutan elektrolit (Septiani, 2017).



Gambar 2.1 Buah Belimbing Wuluh

### 2.2.3 Jeruk Kunci

Jeruk kunci adalah buah yang memiliki daging berasa asam dan segar, walaupun sejumlah besar kelompoknya mempunyai rasa yang manis. Rasa asam asalnya melalui kandungan sitrat dan ini terkandung diseluruh bagiannya. Kandungan asam sitrat pada waktu buah masih muda, tapi ketika buahnya masak kandungan asamnya makin berkurang. Komposisi dari buah jeruk terdiri atas macam-macam, yakni air 70-92% (dilihat kualitas buahnya), mineral, zat, vitamin, gula, asam amino, dan lainnya (Atina, 2015).

Buah-buahan yang terdapat di dalamnya asam mineral dan sitrat, adalah elektrolit kuat yang diurai secara sempurna di dalam larutan air, maka dari itu penjelasannya telah diketahui bahwasanya buah jeruk kunci mempunyai kandungan asam sitrat dari rasa asam yang dimilikinya sehingga juga bisa berpotensi untuk menghasilkan listrik karena bersifat elektrolit (Atina, 2015).



Gambar 2.2 Buah Jeruk Kunci

## 2.3 Larutan Elektrolit

### 2.3.1 Penegertian Larutan Elektrolit

Larutan sifatnya bisa mengantarkan arus listrik dikatakan sebagai elektrolit (Mungkin & Tanjung, 2019). Sedangkan Riyanto (2013) menyatakan bahwa: Suatu zat yang telah diurai dan larut kedalam bentuk ion adalah elektrolit. Elektrolit adalah senyawa yang ikatannya ion juga kovalen polar. Sebagai contoh senyawa yang sebagian besar ikatannya dengan ion yaitu garam ataupun NaCl yang bisa menjadi elektrolit jika dilarutkan dengan sistem lelehan. Sedangkan jika bentuknya seperti pemadatan senyawa ion ini tidak bisa difungsikan untuk elektrolit. Di mana zat yang berjumlah sedikit di larutan sebutannya zat larut

ataupun solut, selain itu apabila zat yang berjumlah banyak dibanding zat yang lainnya pada sebuah larutan sebutannya pelarut ataupun solven. Larutan elektrolit merupakan larutan yang bisa menghantarkan arus listrik dengan mudah.

Larutan elektrolit juga merupakan larutan yang terdapat atas ion-ion yang bersifar asam, basa, dan larutan garam. Asam yang menghasilkan ion banyak berasal dari asam kuat dan yang menghasilkan ion sedikit berasal dari asam lemah di mana jika semakin asam maka nilai pH yang dihasilkan akan semakin kecil begitu pula jika makin lemahnya tingkatan asamnya maka nilai pH yang dihasilkan akan semakin besar (Sintiya & Nurmasiyah, 2019).

### 2.3.2 Jenis-jenis Larutan Elektrolit

Adapun jenis-jenis larutan elektrolit menurut Muqaddas (2016) antara lain sebagai berikut:

#### a. Larutan elektrolit kuat

Larutan ini merupakan larutan yang memiliki daya penghantar listrik yang sangat baik. Di mana zat elektrolit kuat bisa terionisasikan dengan baik, hingga ion bebasnya dapat dihasilkan dengan jumlah yang besar dan juga memiliki derajatnya ion zat terlarut ( $\alpha$ ) besarnya 1. Ada beberapa jenis larutan elektrolit kuat antara lain: asam kuat (HCl), basa kuat (NaOH), dan garam larut (NaCl).

#### b. Larutan elektrolit lemah

Larutan elektrolit lemah adalah larutan terionisasinya sebagian, hingga ion-ion bebas yang dihasilkan hanya sedikit dan juga memiliki derajat ionisasi zat terlarut ( $\alpha$ ) kisaran diantara 0 sampai 1 ( $0 < \alpha < 1$ ). Ada beberapa pengkategorian larutan elektrolit lemah antara lain: asam lemah ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), basa lemah ( $\text{NH}_3$ ), dan garam sulit larut ( $\text{AgCl}$ ).

#### c. Larutan non elektrolit

Larutan yang tidak bisa mengantarkan arus listrik disebut sebagai larutan non elektrolit, karena zat terlarut tidak terionisasikan memunculkan ion-ion bebas. Di mana derajat ion zat terlarut ( $\alpha$ ) yang dimiliki besarnya 0. Senyawa yang basisnya pada karbon (hidrokarbon juga senyawa organik) misalnya larutan glukosa, sukrosa, urea dan lainnya merupakan kategori larutan non elektrolit.

## 2.4 Elektrokimia

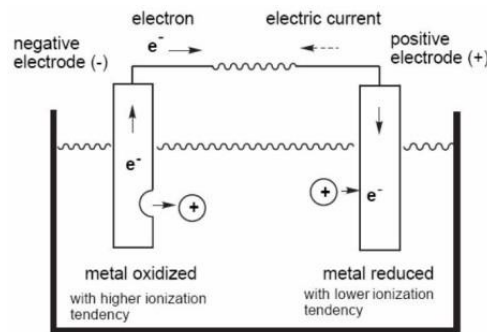
Dari penelitian (Harahap M. R., 2016) menyatakan bahwa konsep dari elektrokimia berdasarkan dari reaksi reduksi-oksidasi (redoks) juga elektrolit. Keilmuan kimia yang fokus meneliti mengenai pindahnya elektron yang ada di sebuah media penghantar listrik (elektroda) disebut sebagai pengertian elektrokimia. Dapat diketahui bahwa elektroda terdiri melalui elektroda yang positif dan negatif. Ini dikarenakan elektroda itu dialiri dari arus listrik untuk sumber energi pada petukaran elektronnya. Penyebab terjadinya reaksi reduksi karena adanya peristiwa tangkapan elektron selain itu reaksi oksidasi adalah peristiwa dilepasnya elektron untuk media penghantar pada sel elektrokimia. Reaksi redoks adalah gabungan reaksi reduksi juga oksidasi berlangsungnya dengan bersamaan.

Peristiwa terjadinya elektrokimia ketika pada suatu elektrolit ditempatkannya kedua elektroda juga dialirkan arus listrik dengan searah. Di mana ion positifnya (kation) pergerakan ke katoda dan diterima elektron yang sudah direduksi dan ion negatif (anion) Bergeraknya ke arah anoda dan diserahkan elektron yang dioksidasi. Reaksi reduksi berlangsung di katoda, sedangkan reaksi oksidasi berlangsung pada anoda. Aliran arus listrik memakai medium untuk menghantarkan arus listrik kedalam elektrolit, dan ini menjadi tempat berlangsungnya reaksi redoks, medium ini sebutannya elektroda Rizki Syawalian, dkk., (2019).

### 2.4.1 Sel Volta

Sel Galvani ataupun disebut dengan sel volta adalah alat untuk membangkitkan arus listrik melalui reaksi kimia. Sebuah sel galvani disusun dengan mencelupkan dua buah elektroda, yaitu sepasang logam yang memiliki kecenderungannya ion yang berbeda, kedalam larutan elektrolit juga sebagai penghubung dua elektroda melalui kawat penghantarnya. Karena perbedaan kecenderungan ionisasi, pada salah satu elektroda akan terdapat reaksi reduksi sedang pada elektroda yang lain terjadinya reaksi oksidasi. Elektroda sebagai lokasi terjadinya reduksi disebut katoda dan elektroda tempat terjadi reaksi oksidasi disebut dengan anoda (Surahman, 2017).





Gambar 2.3 Skema Sel Galvani. (Surahman, 2017)

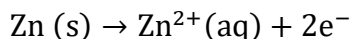
Menurut pendapat (Surahman, 2017) Pada sel galvani, arus listrik mengalir dari katoda menuju anoda sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.3. Sirkuit listrik pada sel terbagi menjadi dua poin, yakni sirkuit luar (ketika elektron mengalirkan dari pengantar logam) juga sirkuit dalam (di mana ion mengangkut muatan listriknya dari elektrolit). Proses yang berlangsung pada sel galvanik berikut ini:

- Pada anoda terjadinya oksidasi dan menghasilkan elektron.
- Elektron mengalirnya dari sirkuit luar kedalam katoda.
- Elektron berpindahnya melalui katoda kepada zat di dalam elektrolit, zat yang menerima elektron mengalami reduksi
- Pada sirkuit dalamnya, muatan diangkat kation kearah katoda dan anion ke anoda.

Dari penelitian yang dilakukan oleh (Putri & Maruf, 2018) dinyatakan bahwa sel volta merupakan sel elektrokimia yang bisa memunculkan arus listrik diakibatkan terdapatnya reaksi redoks di sel itu. Contohnya klasik sel volta yang mencakup elektroa Zn (seng) dan Cu (tembaga). Di mana logam Zn dicelupkan kedalam larutan  $\text{ZnSO}_4$  (bening tidak memiliki warna) yaitu anoda (lokasi keberlangsungannya anoda), selain itu logam tembaga yang dicelupkan kedalam larutan  $\text{CuSO}_4$  (berwarna birung dan bening) yaitu katoda (keberlangsungan reduksi). Di mana proses selanjutnya kedua larutannya digabungkan melalui jembatan garam. Logam seng dan tembaga dihubungkan melalui voltmeter dari kawat. Adapun reaksi redoks yang nantinya terjadi yaitu :

- Reaksi oksidasi di anoda

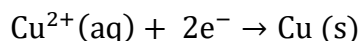
Logam Zn nantinya teroksidasikan melalui reaksi:



Elektroda yang dimunculkan anoda nantinya dialiri keluar menggunakan kawat, hingga anoda disebut sebagai elektroda negatif. Sementara di dalam larutan  $\text{ZnSO}_4$  telah teruraikan mendapatkan  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ . Terbentuknya ion  $\text{Zn}^{2+}$  melalui hasil oksidasi menjadi penyebab larutan di anodanya kelebihan dari ion positif.

- Reaksi reduksi di katoda

Larutan  $\text{CuSO}_4$  di katoda mulanya telah diurai mendapatkan  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ . Elektron yang dimunculkan anoda nantinya melewati voltmeter mengarah ke katoda dari elektroda Cu dan dikangkap oleh ion  $\text{Cu}^{2+}$  yang terdapat pada larutan hingga terjadinya reaksi:



Endapan Cu nantinya menempel di elektroda Cu. Sehingga pada larutan ion positif akan berkurang ataupun katoda nantinya kelebihan ion negatif.

Suatu atom atau ion akan mengalami terjadinya reaksi reduksi ditunjukkan dengan nilai potensial elektrodanya. Di mana semakin tingginya nilai potensial elektroda atom maka semakin mudahnya terjadinya reaksi reduksi begitu pula ketika semakin rendahnya nilai elektrodanya semakin sukar mendapati reduksi (mudah mendapati oksidasi). Jika reaksinya secara spontan, bisa dialirkan elektron (listrik) apabila elektroda yang dipergunakan untuk anoda lebih mudah mengalami mengalami oksidasi dibandingkan katoda (Zakaria, 2018).

Adapun alat yang bisa dipakai dalam menentukan potensial sel volta dalam suatu percobaan yaitu voltmeter. Agar lebih mudah untuk menentukan potensial sel volta bisa pula dihitung berdasar kepada data potensial elektroda positif (katoda) juga potensial elektroda negatif (anoda). Diketahui bahwa elektroda yang memiliki harga  $E^0$  lebih besar terdapat pada katoda selain itu yang memiliki harga  $E^0$  lebih kecil terdapat pada anoda (Zakaria, 2018).

Selanjutnya pada sel volta terdapat yang namanya deret volta yang merupakan komponen logam-logam bergantung pada naiknya potensial elektroda standardnya. Dalam penyusunan deret volta secara keseluruhan, unsur logam dengan potensial elektroda lebih negatif ditempatkan di sebelah kiri, selain itu unsur melalui potensial elektroda yang lebih positif di tempatkannya di sebelah

kanan. Keadaan suatu logam dalam deret volta dapat ditentukan apabila makin kekirinya kedudukan dari logam maka logam makin reaktif (makin mudanya lepas elektron) dan logam adalah reduktor yang makin kuat (makin mudahnya mengalami oksidasi). Di sisi lain, semakin kekanan kedudukannya suatu logam pada deretnya itu, maka logamnya makin kurang reaktif (makin sulit melepaskan elektron) dan logam adalah oksidator yang makin kuat (makin mudahnya mengalami reduksi). Pada umumnya deret volta yang biasanya digunakan yakni: Zn, Ni, Sn, Ca, Li, Ba, Na, K, Mg, Pb, Al (H), Hg, Au, Cu, Ag, Pt. Di bawah ini adalah tabel yang menjelaskan mengenai nilai potensial elektroda logam berdasar urutan deret volta yaitu sebagai berikut (Zakaria, 2018).

Tabel 2.1 Potensial Elektroda

Setengah Reaksi Reduksi (Pada Katoda)	E <sup>0</sup> red (Volt)
$Li^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Li_{(s)}$	3,03
$K^+_{(aq)} + e^- \rightarrow K_{(s)}$	-2,92
$Ca^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Ca_{(s)}$	-2,76
$Na^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Na_{(s)}$	-2,71
$Mg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Mg_{(s)}$	-2,38
$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow Al_{(s)}$	-1,66
$2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$	-0,83
$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Zn_{(s)}$	-0,76
$Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow Cr_{(s)}$	-0,74
$Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Fe_{(s)}$	-0,41
$Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cd_{(s)}$	-0,40
$Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Ni_{(s)}$	-0,23
$Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Sn_{(s)}$	-0,14
$Pb^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Pb_{(s)}$	-0,13
$Fe^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow Fe_{(s)}$	-0,13
$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$	-0,4
$Sn^{4+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Sn^{2+}_{(aq)}$	0,00
$Cu^{2+}_{(aq)} + e^- \rightarrow Cu_{(aq)}$	0,15
	0,16

Pada sel volta arus listriknya yang terjadi disebabkan melalui elektron alirannya melalui elektroda negatif ke elektroda positif. Ini terjadi dikarenakan perbedaan potensial di antara kedua elektroda.

### 2.4.2 Elektroda

Elektroda adalah zat yang teruraikan menjadi ion dan larutannya menjadi konduktor elektrik. Di mana senyawanya yang ada pada larutan untuk menghantarkan arus listrik senyawa ion dan kovalen polar, senyawanya itu juga bisa terionisasikan ketika dilarutkan di air (Sintiya & Nurmasyitah, 2019). Sedangkan Riyanto (2013) menyatakan bahwa: suatu bahan elektroda yaitu konduktor yang dipakai melalui sentuhan dengan bagian ataupun mekanisme non-logam dari suatu rangkaian (misalnya semikonduktor dan elektrolit). Di mana sebuah elektroda tempat terjadinya reaksi oksidasi disebut anoda, anoda terdiri dari bahan logam penghantar listrik, sedangkan elektroda yang berpolarisasi apabila arus listrik mengalir keluar dari disebut sebagai katoda. Seng biasanya dijadikan sebagai katoda dan pembungkus baterai pada sebuah baterai biasa (baterai karbon-seng). Sedangkan mangan dioksida ( $\text{MnO}_2$ ) dijadikan sebagai katoda yang dipakai untuk baterai alkalin.

Menurut (Jauharah, 2013) elektroda terdiri atas dua jenis yaitu:

a. Anoda

Pada sel galvanik, tempat berlangsungnya oksidasi dikatakan anoda, yang muatannya negatif yang disebabkan dari reaksi kimia yang spontan, elektron nantinya dilepaskan pada fase tersebut.

b. Katoda

Tempat berlangsungnya reduksi berbagai zat kimia disebut sebagai katoda. Pada sel galvanik, katoda muatan positif bila dihubungkannya melalui anoda. Ion bermuatan positif akan mengalirnya ke elektroda ini untuk reduksi oleh elektron-elektron yang didatangkan dari anoda.

Elektroda yang paling sering terbuat dari logam ada juga berbagai bentuknya beda, terdiri dari piring, kawat, tembaga, seng, dan bisa pula dibuat melalui bahan konduktor listrik non logam, misalnya grafit. Elektroda yang dipergunakan pada pengelasan, baterai, obat, dan industri dalam proses yang mengikut sertakan elektrolisis (Siregar, 2017).

### 2.4.3 Logam Tembaga (Cu) dan Logam Seng (Zn)

Karakteristik logam Cu dan Zn menurut (Surahman, 2017) adalah sebagai berikut:

#### a. Logam tembaga (Cu)

Pada tabel periodik tembaga atau *Cuprum* memiliki lambing Cu dan nomor atom 29. Selain memiliki daya penghantar listrik tinggi, daya penghantar panas juga tinggi. Tembaga mempunyai massa jenis  $8,9 \text{ g/cm}^3$  dan daya hantar listrik sebesar  $59,6 \times 10^6 \text{ S/m}$ . Sedangkan untuk titik cair tembaga yaitu  $1083 \text{ }^\circ\text{C}$  dan titik didih  $2593 \text{ }^\circ\text{C}$ . Tembaga digunakan dalam baut penyoldel, untuk kawat-kawatnya jalan traksi listrik (kereta listrik, trem, dan lainnya).

#### c. Logam Seng (Zn)

Seng digunakan untuk melindungi karat, sebab lebih tahan terhadap karat dibandingkan besi. Pelapisan melalui seng dilaksanakan melalui cara galvanis. Seng (Zn) didapatkan secara elektrolitis melalui pemurnian bahan oksida seng ( $\text{ZnO}$ ). Berwarna abu-abu muda melalui titik cair  $419 \text{ }^\circ\text{C}$  dan titik didih  $906 \text{ }^\circ\text{C}$ . Seng memiliki massa jenis  $7,14 \text{ gr/cm}^3$  dengan Tahanan jenis seng yaitu  $0,12 \text{ ohm mm}^2/\text{m}$ . Seng biasanya digunakan dalam bahan elemen kering (kutub negatif) batang (elektroda elemen galvani).

### 2.4.4 Elektron

Atom merupakan materi yang tersusunnya dari partikel yang begitu sangatlah kecil. Sebuah atom mencakup dari partikel sub atom yang disusun dari neutron, proton dan elektron. Elektron merupakan muatan negatif (-) listrik yang paling dasar. Pada atom elektron-elektron yang berada dalam cangkang terluar disebut elektron-elektron valensi. Jika energi kalor, cahaya, atau energi listrik yang energi eksternal diberi untuk materinya, maka elektron-elektron valensi tersebut akan memperoleh energi dan bisa pindah menuju tingkat energi yang lebih tinggi. Jika energi yang diberikan telah cukup, maka setengah dari elektron-elektron valensi luar akan meninggalkan atom dan diubah menjadi elektron bebas (Harahap, 2004).

Akibat pergerakan elektron-elektron bebas ini dapat menghasilkan arus listrik konduktor logam. Kemungkinan yang terjadi pada atom bisa saja setengah

atom kehilangan elektronnya dan sebahagian atom yang lain mendapatkan elektron. Maka dari keadaan ini yang menyebabkan kemungkinan terjadi perpindahan elektron dari suatu objek kepada objek lainnya. Jika perpindahannya ini terjadi, maka pendistribusian muatan positif dan negatif disetiap obyek tidak akan sama. Apabila obyek yang jumlah elektronnya berlebih nantinya mempunyai polaritas listrik negatif (-), sedangkan objek yang kurang elektronnya akan mempunyai polaritas listrik positif (+). Dalam suatu objek besar muatan listrik ditentukan dari jumlah elektron dibanding dengan jumlah protonnya. Muatan elektron memiliki simbol  $Q$  dan satuannya yaitu coulomb (C) (Harahap, 2004).

## **2.5 Analisis Bio Baterai**

### **2.5.1 Analisis pH**

pH meter digunakan untuk menganalisis pH pada banyak sampel. Menentukan tingkatan keasamannya dari cairan sudah dimulai dari tahun 1906 saat Max Cremer melaksanakan study mengenai antar muka cairan (interaksi antar cairan padat). Ditemukan antar muka cairan juga padatan bisa dipelajari melalui kontak antar gelombang kaca tipis melalui cairan, hingga menghasilkan potensi listrik yang bisa diukur. Ahli biokimia Denmark Sren Sorensen selanjutnya mendapati skala pH ketika tahun 1909. pH meter adalah aplikasi elektrokimia dibidang analisis (Riyanto, 2013).

Berdasarkan hipotesis asam basa Arrhenius, larutan bisa sifat asam, basa ataupun netral sesuai konsentrasi ion  $H^+$  ataupun ion  $OH^-$  pada larutannya. Larutan nantinya sifatnya asam jika konsentrasi  $H^+$  lebih dominan dari konsentrasi ion-ion yang lain, larutan bersifat asam basa jika konsentrasi ion  $OH^-$  lebih dominan dari konsentrasi ion yang lain dan larutan mempunyai sifat yang netral apabila konsentrasi  $H^+$  dan konsentrasi  $OH^-$  pada larutan sama banyaknya (Atina, 2015).

Menurut penelitian yang dilakukan Atina (2015) tentang konsentrasi ion  $H^+$  dan ion  $OH^-$  pada dasarnya sangat kecil. Agar terhindar dari penggunaan bilangannya yang kecil dipergunakan pada skala pH ataupun drajat keasamannya untuk konsentrasi ion  $H^+$  dan  $OH^-$  pada larutannya. Harga pH kisaran antara 0 hingga 14. Skala pH ( $pH = \text{Power of Hydrogen}$ ) dikenal dari Sorensen ahli kimia

Denmark saat 1909. pH menyebutkan konsentrasi  $H^+$  yang terdapat dilarutan, perumusannya berikut ini:

$$pH = \log 1/[H^+] \text{ atau } pH = -\log [H^+]$$

berdasarkan cara di atas, maka banyak OH di larutan bisa diukur

$$pOH = \log 1/[OH^-] \text{ atau } pOH = -\log [OH^-]$$

Ringkasan asamnya atau kebasahan suatu larutannya bisa dinyatakan berikut ini.

- Apabila pH 7 larutan sifatnya netral
- Apabila pH lebih kecil dari 7 larutan sifatnya asam
- Apabila pH lebih besar dari 7 larutan sifatnya basa

Tabel 2.2 Nilai pH untuk asam, basa dan garam

Larutan	$[H^+]$	$[OH^-]$	pH	pOH
Asam	$> 10^{-7}$	$< 10^{-7}$	$< 7$	$> 7$
Basa	$= 10^{-7}$	$= 10^{-7}$	$= 7$	$= 7$
Netral	$< 10^{-7}$	$> 10^{-7}$	$> 7$	$< 7$

Dipusat penelitian (laboratorium), melakukan hitungan konsentrasi  $H^+$ , pH pada larutan bisa ditentukan secara langsung memakai pH meter atau petunjuk umum. Petunjuk umum serupa kertas lakmuss akan tetapi perubahan warnanya bisa dikordinasikan melalui pita warna yang terdapat di kotak. Hingga pH larutannya dapat diketahui secara langsung (Atina, 2015).

### 2.5.2 Tegangan Listrik

Tegangan ataupun sering disebut dengan beda potensial (*voltage*) yaitu kerja untuk menggerakkan suatu muatan (satu coulomb) untuk elemen ataupun komponen dari suatu kutub kepada kutub yang lainnya, ataupun untuk kedua kutub memiliki perbedaan potensial apabila kita menggerakkan muatan sejumlah 1 C dari satu kutub kepada kutub yang lain. Sedangkan secara singkat pengertian tegangan dapat diartikan sebagai energi per satuan muatan Rosman, dkk., (2019).

### 2.5.3 Arus Listrik

Ukuran muatan listrik yang ditimbulkan oleh perkembangan elektron yang mengalirnya melalui satu titik pada rangkaian listrik untuk setiap satuan waktunya disebut sebagai arus listrik. Satuan arus listrik bisa diukur dengan coulomb/detik

juga Amper. Arus listrik adalah tujuh satuan pokok pada satuan International. Dalam satuan arus listrik yakni Amper (A). Satuan Amper biasanya secara resmi dapat didefinisikan sebagai arus yang konsisten yang apabila dipertahankan akan menghasilkan gaya besarnya  $2 \times 10^{-7}$  Newton/meter di antara kedua konduktor lurus yang sama, melalui luas penampangnya yang tidak signifikan, terpisah 1 meter pada ruangan hampa udara (Muqaddas, 2016).

Menurut Muqaddas (2016) dinyatakan bahwa, di mana arus listrik pada dasarnya adalah perkembangan elektron bebas melalui potensial rendahnya ke tinggi (muatan bisa mengalir). Banyaknya arus listrik dapat dinyatakan dengan menggunakan konsep kuat arus listrik yakni kuat arus merupakan berubahnya muatan tiap satuan waktu.

$$I = \frac{\Delta Q}{t}$$

Di mana:

$I$  : kuat arus dengan satuan ampere (A),

$\Delta Q$  : perubahan muatan dengan satuan coulomb (C)

$t$  : waktu satuan sekon (s)

#### **2.5.4 Daya Listrik**

Energi yang dipakai jangka waktu tertentu disebut dengan daya. Daya dilambangkan dengan  $P$  dan memiliki satuan watt. Rumus yang digunakan untuk menentukan daya sebagai berikut:

$$P = \frac{W}{t}$$

Energi diukur dalam satuan joule dan waktu diukur dalam satuan detik (Rusdianto, 2002).

Menurut pendapat (Ganti, 2003) dinyatakan bahwa sebuah sumber listrik yang dihubungkan pada lampu pijar, maka sudah tentu ada usaha listrik yaitu memindahkan muatan listrik dari kutub negatif sumber listrik (baterai) melalui lampu dan terus ke kutub positif baterai. Dapat dikatakan bahwa daya listrik merupakan besarnya usaha listrik tersebut tiap detik.



Adapun rumus untuk daya listrik tersebut dapat ditulis dengan persamaan:

$$P = V \cdot I$$

## 2.6 Penelitian yang Relevan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Siregar (2017) yang memiliki tujuan untuk mendapatkan baterai aki yang ramah terhadap lingkungan melalui pemanfaatan buah belimbing wuluh sebagai elektrolitnya. Dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan beberapa pasang elektroda pada biobaterai, Untuk pasangan elektroda tembaga-seng nilai tegangan lebih tinggi dibanding elektroda lainnya yakni besarnya 3 volt dan ini berkesinambungan dengan penilaian kuat arus yang dihasilkannya yakni 0,6 A, sedangkan besaran tegangannya yang terkecil dihasilkan melalui pasangan elektroda tembaga-timah

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan Atina (2015) yang bertujuan melakukan pengujian terhadap buah dan sayur. Sampel buah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sayuran belimbing wuluh, jeruk, apel dan lainnya. Setiap sampelnya diambil ekstrak dan diukur pH, tegangan listriknya, kuat arus. Buah yang terdapat pH, kuat arus, tegangan yang tertinggi yakni jeruk kunci (3;1,005 volt ;3,672 mA),

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan Sri Suryaningsih (2016) yang bertujuan untuk mengetahui seperti apa manfaat belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) sebagai larutannya elektrolit di dalam sel Galvani untuk mendapatkan energi listrik. Juga untuk bisa tahu perbandingannya belimbing wuluh dan energi yang dihasilkannya. Metode yang dilakukan yakni eksperimental yang memakai belimbing wuluh untuk objek penelitiannya.. Hasil penelitian yang didapat bahwa yang memunculkan tegangan dan kuat arus listrik sebesar 0,72 volt dan 0, 29 mA.

Berbeda dengan penelitian Azmi (2015) bertujuan untuk membuat properti baterai dari buah belimbing sayur sebagai sumber energi alternatif. Bahan yang digunakan yaitu larutan belimbing wuluh dengan membuat 3 variasi yaitu 200 ml larutan belimbing wuluh tanpa campuran, yang kedua 200 ml larutan sari belimbing wuluh dengan mencampurkan 10 ml asam sulfat dan pencampuran yang ketiga 200 ml larutan belimbing wuluh dtambahkan 10 g tanah liat. Hasil

penelitian yang diperoleh bahwa pada variasi pertama menghasilkan sumber teganga sebesar 0,98 V, variasi kedua 1,2 V dan sampel ketiga sebesar 1 V.

## **2.7 Hipotesis Penelitian**

Dari rumusan permasalahan yang penulis paparkan sebelumnya, maka hipotesa penelitian ini yaitu biobaterai yang menggunakan larutan elektrolit berbasis sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci dapat menyalakan lampu LED merah.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Persiapan bahan dan pengujian dilaksanakan di laboratorium Fisika Dasar Fakultas Sains dan Teknologi UIN SU Medan lokasinya di jalan IAIN Nomor.1 Gaharu, Kecamatan Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara 20235. Penelitian dilaksanakan pada Desember 2020.

#### **3.2 Alat dan Bahan Penelitian**

Untuk alat dan bahan yang dipergunakan untuk penelitian dan mengumpulkan data dan menyelesaikan penelitian ini yakni :

##### **3.2.1 Peralatan Penelitian**

Alat yang dipergunakan di penelitian ini yaitu :

1. Multimeter digital berfungsi untuk pengukuran arus, tegangan, dan daya listrik.
2. pH meter digital berfungsi dalam pengukuran tingkat keasaman suatu cairan.
3. Timbangan digital berfungsi untuk menghitung massa elektroda.
4. *Blender* berfungsi untuk menghaluskan.
5. Saringan teh berfungsi untuk menyaring cairan/larutan.
6. Perasan jeruk berfungsi untuk memeras buah jeruk kunci.
7. Gelas kimia 250 ml dan 500 ml berfungsi untuk mengukur volume suatu cairan.
8. Gunting seng berfungsi untuk memotong pelat tembaga dan seng.
9. Penggaris berfungsi untuk mengukur panjang dan tinggi elektroda.
10. Wadah akrilik berfungsi sebagai wadah tempat pengujian sampel.
11. Kabel berfungsi untuk membuat rangkaian.
12. Penjepit Buaya berfungsi untuk menghubungkan rangkaian.
13. Lampu LED Merah berfungsi sebagai indikator menguji lamanya waktu menyalanya.
14. Lakban berfungsi untuk menyusun elektroda pada wadah akrilik.

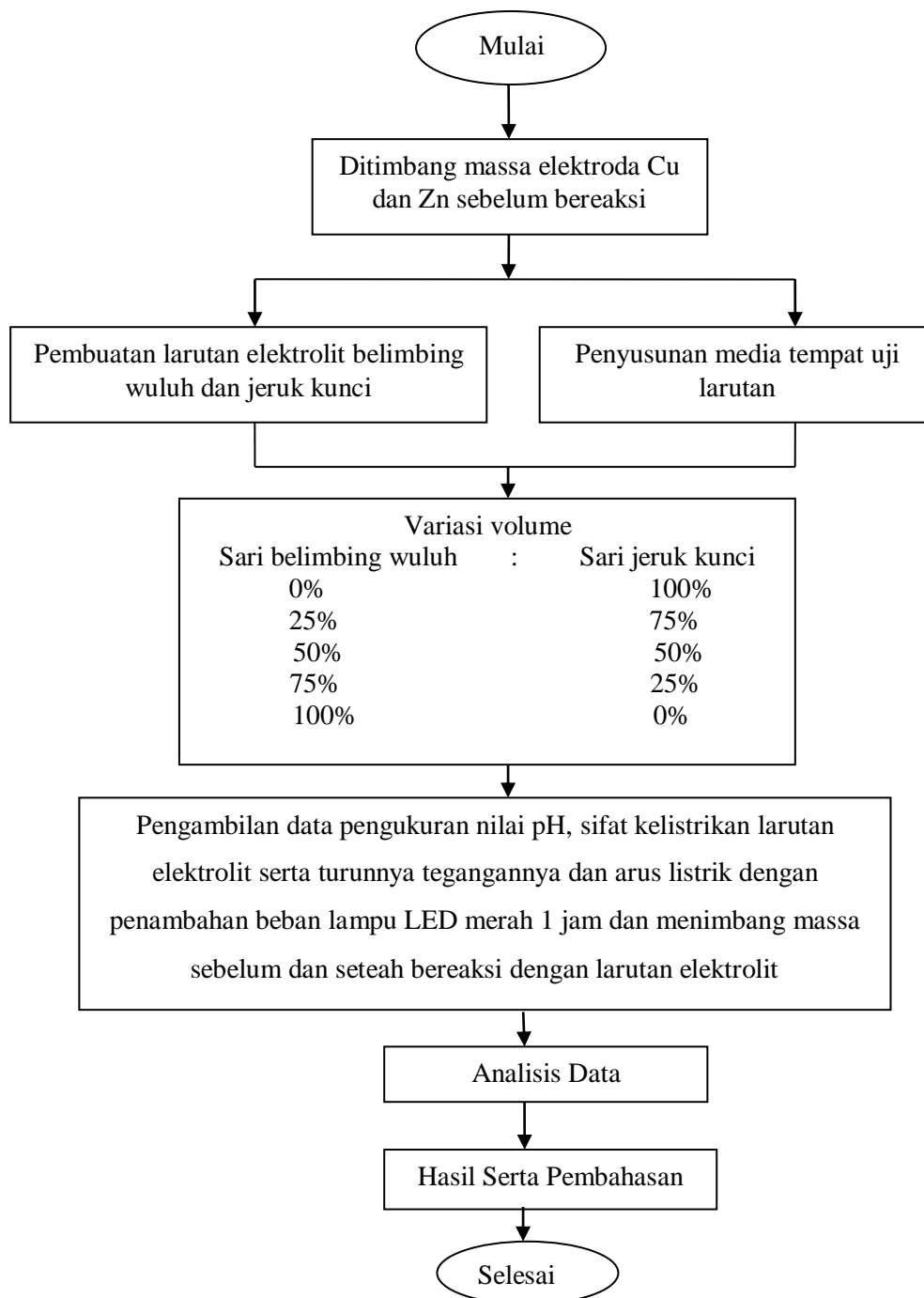
### 3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang dipakai untuk penelitian ini sebagai berikut:

1. Buah Belimbing Wuluh yang berwarna hijau untuk menghasilkan larutan elektrolit.
2. Buah Jeruk Kunci yang berwarna hijau untuk menghasilkan larutan elektrolit.
3. Lempengan Tembaga  $4,5 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}$  dan tebal  $0,2 \text{ mm}$  berfungsi sebagai elektroda positif.
4. Lempengan Seng  $4,5 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}$  dan tebal  $0,2 \text{ mm}$  berfungsi sebagai elektroda negatif.

### 3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian bisa terlihat gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Diagram alir pengujian dan pembuatan larutan elektrolit sari belimbing wuluh dan jeruk kunci

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Tahap Persiapan

Adapun tahapan persiapan dalam penelitian ini adalah:

1. Pemilihan jenis elektroda

Elektroda yang dipakai untuk penelitian ini yakni tembaga (Cu) dan Seng (Zn) dipotong ukurannya  $4,5\text{ cm} \times 8\text{ cm}$  dan tebal 0,2 mm. Kemudian timbang massa elektroda tembaga (Cu) juga seng (Zn) sebelum digunakan.

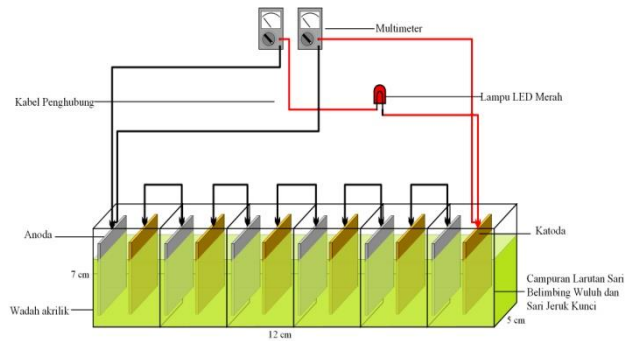
2. Persiapan sari buah belimbing wuluh dan sari buah jeruk kunci

Buah belimbing wuluh yang berwarna hijau dicuci menggunakan air bersih dan dipotong kecil-kecil selanjutnya dihaluskan memakai blender. Sesudah halus di beberapa menit, selanjutnya letakkan di atas serbet untuk diperas agar mendapatkan sarinya lalu masukkan kedalam gelas kimia. Begitu juga buah jeruk kunci dipilih buah yang berwarna hijau setelah itu dicuci menggunakan air bersih selanjutnya diperas dengan menggunakan perasan jeruk. Setelah diperas saring menggunakan saringan teh untuk diambil sarinya. Masukkan sari jeruk kunci yang sudah di saring kedalam gelas kimia. Variasi volume antara sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci 0%:100%, 25%:75%, 50%:50%, 75%:25%, dan 100%:0%. Dengan volume total pencampuran sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci adalah 300 ml setiap variasi sampel.

3. Susunan rangkaian

Wadah yang dipakai untuk percobaan ini yaitu wadah akrilik. Terdapat 6 sel ukurannya  $12\text{ cm} \times 5\text{ cm} \times 7\text{ cm}$  untuk tempat meletakkan 6 pasang elektroda Cu (tembaga) dan Zn (seng) di mana ukuran elektroda yang digunakan  $4,5\text{ cm} \times 8\text{ cm}$  dan tebal 0,2 mm. Untuk susunan rangkaian pada wadah akrilik menggunakan rangkaian seri disetiap pasangan elektroda serta terdapat dua multimeter untuk pengukuran tegangan dan arus listrik lalu lampu LED merah sebagai hambatannya. Di antara elektroda positifnya juga negatif didapati

sparator yang dibuatnya dari sheetmika akrilik disetiap selnya terdapat jarak 2 cm.



Gambar 3.2 Susunan Rangkaian Percobaan

### 3.4.2 Tahap Pengambilan Data

Sesudah tahapan persiapan sudah dilaksanakan, kemudian peneliti akan mengambil data yang mencakup berikut ini:

1. Mengukur nilai pH, tegangan listrik, arus listrik, dan daya listrik pada variasi volume menggunakan lampu LED merah.

Larutan belimbing wuluh dan sari jeruk kunci yang untuk larutan elektrolit pengukuran tingkatan asamnya menggunakan pH meter digital. Masing-masing variasi volumenya 0%:100%, 25%:75%, 50%:50%, 75%:25 % dan 100%:0% dengan elektroda Cu (tembaga) dan Zn (seng).

2. Mengukur kemampuan larutan elektrolit menghidupkan lampu LED merah selama 1 jam dengan melakukan pengamatan terhadap penurunan tegangan dan arus listrik.

Pengukurannya dilaksanakan untuk bisa tahu bagaimana hubungan diantara tegangan listrik dan arus listrik yang dihasilkannya melalui memberikan beban yaitu lampu LED merah di sampel larutan sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci. Karena nilai tegangan dan arus listrik akan berbanding lurus selama waktu pembebanan. Jika nilai tegangan menurun maka arus listrik juga akan menurun. Penurunan tegangan dan arus listrik terjadi akibat penggunaan beban lampu LED

merah. Di mana pengukuran penurunan tegangan dan arus listrik diukur 10 menit sekali selama 1 jam.

3. Mengukur massa elektroda Cu dan Zn sesudah reaksi

Di elektroda tembaga (Cu) dan seng (Zn) masa awal sebelum bereaksi dengan massa sesudah bereaksi dengan larutan elektrolit terjadinya perubahan masa logam dari akibatnya terjadinya reaksi melalui larutan elektrolit bersifat asam. Ditimbang massa elektroda Cu dan Zn menggunakan timbangan digital.

### **3.4.3 Tahap Analisis Data**

Pada penelitian ini nantinya menghasilkan beberapa data misalnya nilai pH, tegangan listrik, arus listrik, daya listrik, kemampuan larutan elektrolit untuk menhidupkan lampu LED merah dalam 1 jam dan pengukuran masa elektroda sebelum dan setelah dipakai pada setiap variasi sampel sari buah belimbing wuluh dengan sari buah jeruk kunci. Dari tabel itu maka bisa dibuat grafiknya menggunakan Microsoft Excel 2007 selanjutnya dilakukan analisis.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

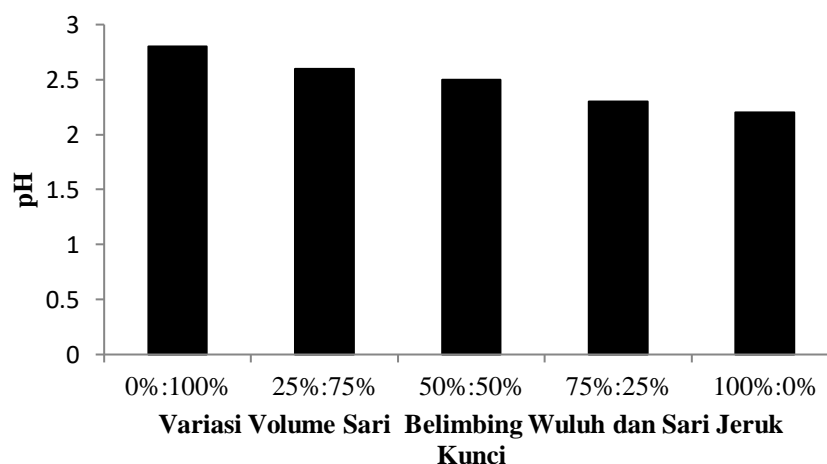
Hasil pengujian pengaruh pencampuran sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci terhadap nilai pH (tingkat keasaman) dan sifat kelistrikan pada larutan tersebut. Adapun hasil pengamatan yang dilakukan terhadap larutan tersebut dapat dituliskan pada tabel dibawah ini.

##### 4.1.1 Pengukuran pH, tegangan listrik, arus listrik dan daya listrik

**Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Pengukuran pH dan Kelistrikan Larutan Sari Belimbing Wuluh dan Sari Jeruk Kunci**

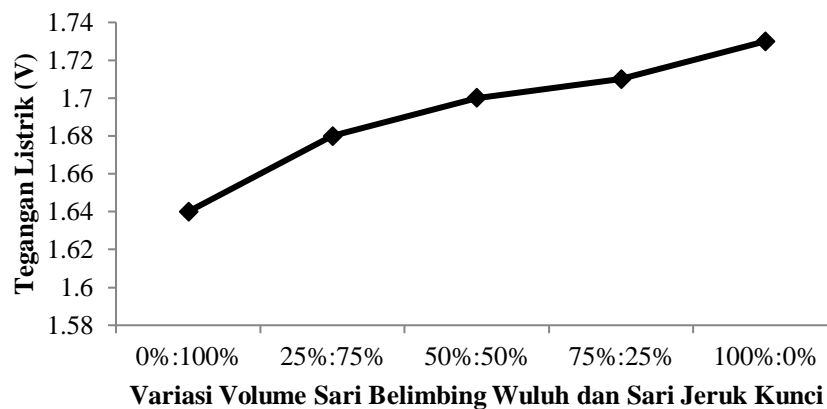
Volume total (ml)	Variasi Volume (%)	pH	Tegangan Listrik (V)	Arus Listrik (mA)	Daya Listrik (mW)
300	0%:100%	2,8	1,64	0,99	1,62
	25%:75%	2,6	1,68	1,01	1,69
	50%:50%	2,5	1,70	1,03	1,75
	75%:25%	2,3	1,71	1,04	1,77
	100%:0%	2,2	1,73	1,05	1,81

Berdasarkan tabel 4.1 hasil pengukuran nilai pH, tegangannya, arus, daya listrik larutan elektrolit sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci dapat disajikan dalam grafik berikut.



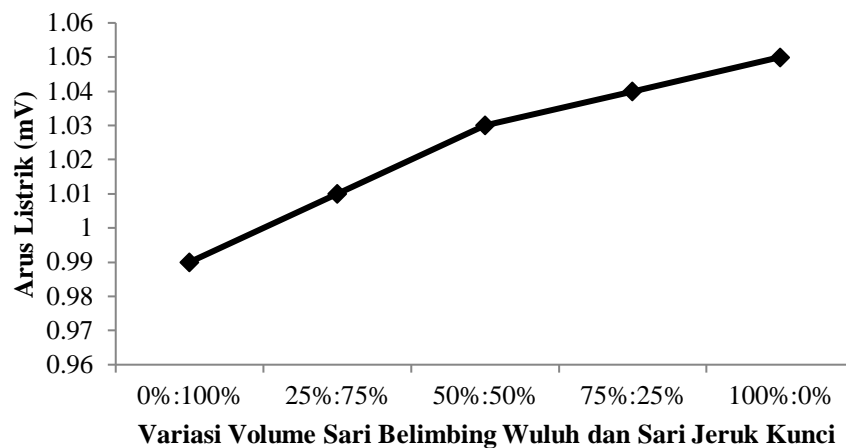
**Gambar 4.1 Grafik pH Terhadap Variasi Volume**

Gambar 4.1 menunjukkan grafik variasi perbandingan nilai pH pada semua variasi sampel sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci. Dari grafik dapat dilihat hasil yang diperoleh dari pengukuran nilai pH dari semua variasi sampel bahwa nilai pH pada variasi 100% sari belimbing wuluh di tambah 0% sari jeruk kunci memperoleh nilai pH sebesar 2,2 yang menyatakan bahwa nilai pH yang diperoleh rendah sedangkan untuk variasi sampel 0% sari belimbing wuluh ditambah 100% sari jeruk kunci menghasilkan nilai pH sebesar 2,8 yang menyatakan bahwa nilai pH yang diperoleh paling tinggi dari semua variasi sampel.



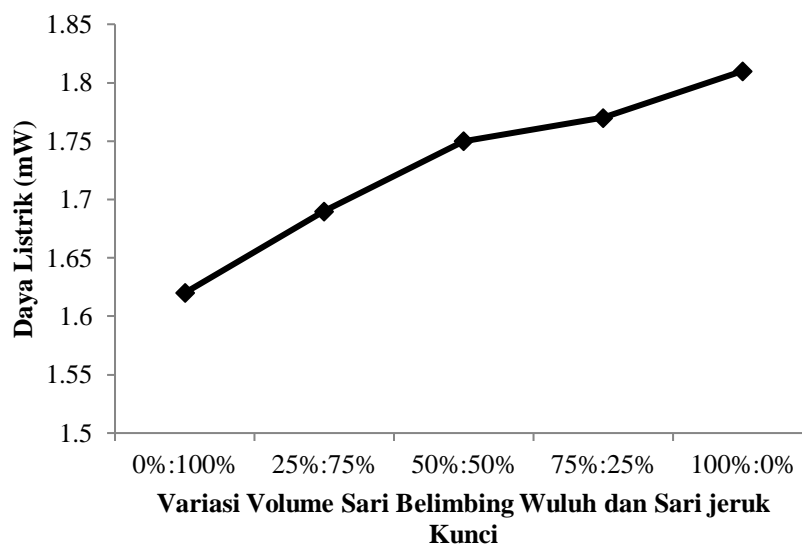
**Gambar 4.2 Grafik Variasi Volume Larutan Sari Belimbing Wuluh dan Sari Jeruk Kunci Terhadap Tegangan Listrik**

Gambar 4.2 menunjukkan grafik variasi volume pencampuran larutan sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci terhadap tegangan listrik mempergunakan elektroda Cu-Zn. Berdasarkan grafiknya bisa dianalisis bahwa nilai tegangannya yang paling besar berada pada variasi 100% sari belimbing wuluh dengan volume 300 ml yaitu sebesar 1,73 V. Sedangkan yang memperoleh nilai tegangan paling kecil terdapat pada variasi 100% sari jeruk kunci melalui volumenya 300 ml yakni besarnya 0,99 V. Hal ini terjadi karena adanya pengaruh dari nilai pH yang dihasilkan. Apabila semakin kecil nilai pH yang dihasilkan maka nilai tegangan akan semakin besar dan sebaliknya.



**Gambar 4.3 Grafik Variasi Volume Larutan Sari Belimbing Wuluh dan Sari Jeruk Kunci Terhadap Arus Listrik**

Gambar 4.3 menunjukkan grafik variasi volumenya pencampuran larutan sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci terhadap arus listrik menggunakan elektroda Cu-Zn. Terlihat pada grafik bahwa arus listrik terbesar juga terdapat pada variasi 100% sari belimbing wuluh dengan volume 300 ml menghasilkan arus listrik sebesar 1,05 mA yang menandakan bahwa nilai tegangan dan arus berbanding lurus, di mana arus listrik akan meningkat seiring dengan meningkatnya tegangan listrik.



**Gambar 4.4 Grafik Variasi Volume Larutan Sari Belimbing Wuluh dan Sari Jeruk Kunci Terhadap Daya Listrik**

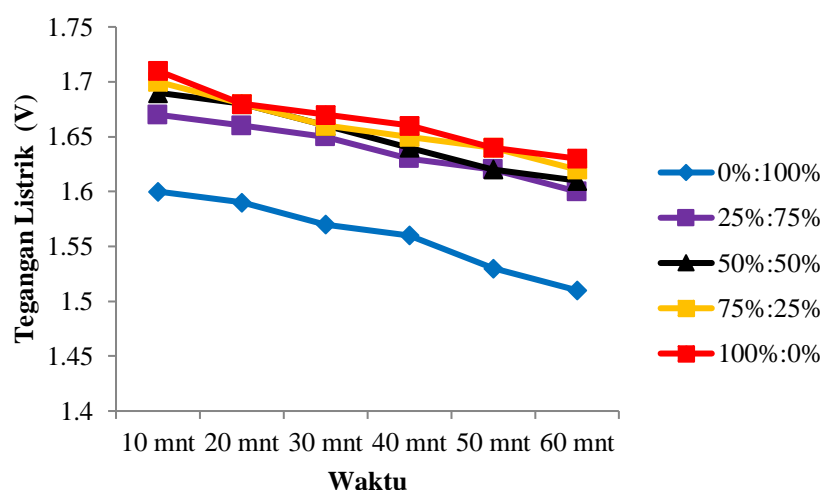
Gambar 4.4 menunjukkan grafik variasi volume pencampuran larutan sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci terhadap daya listrik mempergunakan elektroda Cu-Zn. Terlihat melalui grafik bahwasanya nilai daya listriknya juga meningkat pada variasi 100% sari belimbing wuluh dengan volume 300 ml yaitu sebesar 1,81 mW dan mengalami penurunan pada variasi 100% sari jeruk kunci dengan volume 300 ml menghasilkan daya sebesar 1,62 mW. Sebab terdapat arus dan teganga dalam aliran rangkaian, selanjutnya daya listriknya bisa dihitung menggunakan perumusan ,  $P = V.I$ .

#### 4.1.2 Pengukuran Penurunan Tegangan Listrik

**Tabel 4.2 Penurunan Tegangan Listrik Pada Larutan Elektrolit Saat Diberi Beban LED Merah Selama 1 Jam**

Variasi Volume (%)	Tegangan Listrik (V)					
	10	20	30	40	50	60
0%:100%	1,60	1,59	1,57	1,56	1,53	1,51
25%:75%	1,67	1,66	1,65	1,63	1,62	1,60
50%:50%	1,69	1,68	1,66	1,64	1,62	1,61
75%:25%	1,70	1,68	1,67	1,65	1,64	1,62
100%:0%	1,71	1,68	1,67	1,66	1,64	1,63

Berdasarkan tabel 4.2 hasil pengukuran turunnya tegangan listrik larutan elektrolit sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci ketika diberikan beban LED merah sampai 1 jam bisa diperhatikan dalam grafik di bawah ini.



**Gambar 4.5 Grafik Penurunan Tegangan Semua Variasi Sampel Pada Larutan Elektrolit Sari Belimbing Wuluh dan Sari Jeruk Kunci Saat Diberi Beban LED Merah**

Gambar 4.5 menunjukkan grafik turunnya tegangan listrik dari setiap variasi sampel larutan sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci saat diberi beban lampu LED merah sampai 1 jam. Pada sampel pertama dengan variasi 0% sari belimbing wuluh ditambah 100% sari jeruk kunci menghasilkan penurunan tegangan pada 10 menit pertamanya sebesar 1,60 V, ketika menit ke-20 tegangan yang dihasilkan besarnya 1,59 V, kemudian saat menit ke-30 didapati tegangannya dengan besaran 1,57 V, selanjutnya saat menit ke-40 diperoleh tegangannya besarnya 1,56 V, selanjutnya ketika menit ke-50 diperoleh tegangan 1,53V, selanjutnya ketika menit ke-60 diperoleh tegangannya sebesar 1,51V, dan seterusnya.

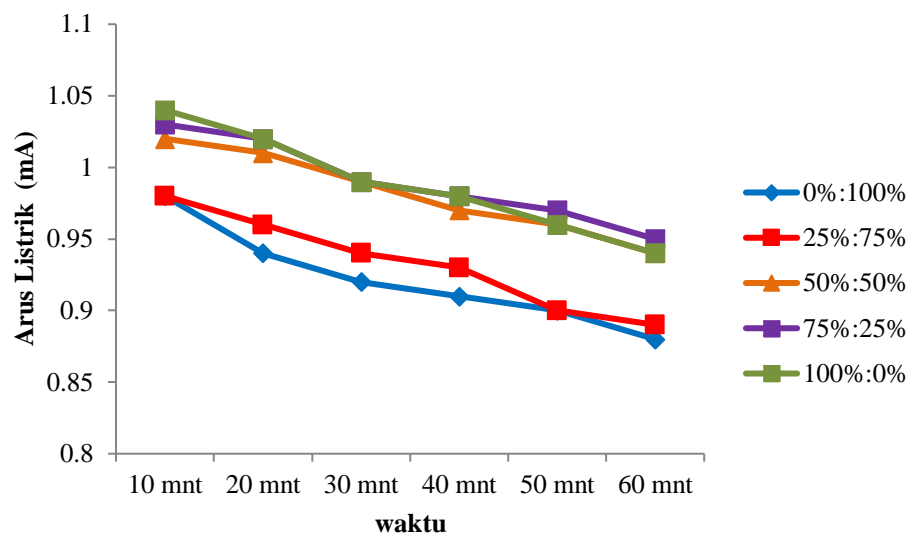
Hasil ini dapat dijelaskan bahwa kemampuan larutan elektrolit untuk menghidupkan lampu LED merah 1 jam dengan melakukan pengamatan setiap 10 menit sekali untuk semua variasi sampel sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci. Hasil yang diperoleh bahwa penurunan tegangan yang terjadi adalah stabil.

#### 4.1.3 Pengukuran Penurunan Arus Listrik

**Tabel 4.3 Penurunan Arus Listrik Pada Larutan Elektrolit Saat Diberi Beban LED Merah Selama 1 Jam**

Variasi Volume (%)	Arus (mA)					
	10	20	30	40	50	60
0%:100%	0,98	0,94	0,92	0,91	0,90	0,88
25%:75%	0,98	0,96	0,94	0,93	0,90	0,89
50%:50%	1,02	1,01	0,99	0,97	0,96	0,94
75%:25%	1,03	1,02	1,01	0,98	0,97	0,95
100%:0%	1,04	1,02	0,99	0,98	0,96	0,95

Berdasarkan tabel 4.3 hasil mengukur penurunan arus listrik larutan elektrolit sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci ketika diberikan beban LED merah 1 jam bisa dipaparkan kedalam grafik di bawah ini.



**Gambar 4.6 Grafik Penurunan arus Listrik Semua Variasi sampel pada Larutan Elektrolit Sari Belimbing Wuluh dan Sari Jeruk Kunci Saat Diberi Beban LED Merah**

Gambar 4.6 menunjukkan grafik turunnya arus listrik setiap variasi sampel larutan sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci saat diberi beban lampu LED merah sampai 1 jam. Pada sampel pertama dengan variasi 0% sari belimbing wuluh ditambah 100% sari jeruk kunci menghasilkan penurunan arus ketika 10 menit awal sejumlah 0,98 mA, ketika menit ke-20 arus yang dihasilkan sebesar 0,94 mA, kemudian saat menit ke-30 didapatkan arusnya dengan besar 0,92 mA, kemudian saat menit ke-40 didapatkan arusnya 0,91 mA, kemudian saat menit ke-50 didapatkan arusnya 0,90 mA, kemudian saat menit ke-60 didapati arusnya sebesar 0,88 mA, dan seterusnya.

Hasil ini dapat dijelaskan bahwa kemampuan larutan elektrolit untuk menghidupkan lampu LED merah 1 jam dengan melakukan pengamatan setiap 10 menit sekali untuk semua variasi sampel sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci. Hasil yang diperoleh bahwa penurunan arus yang terjadi adalah stabil.

#### 4.1.4 Pengukuran Massa elektroda Cu- Zn

**Tabel 4.4 Pengukuran Massa Elektroda Cu-Zn**

Massa Elektroda Cu (gram)		Massa Elektroda Zn ( gram)		Variasi Volume (%)
Sebelum (gram)	Setelah (gram)	Sebelum (gram)	Setelah (gram)	
25,55 gram	26,89	29,57 gram	28,45	0%:100%
	26,63		29,16	25%:75%
	25,78		29,32	50%:50%
	25,79		29,50	75%:25%
	25,86		29,50	100%:0%

Dari tabel 4.3 menunjukkan hasil pengamatan massa elektroda Cu (tembaga dan Zn (seng) yang digunakan dalam penelitian ini. sampel pertama dengan variasi 0%:100% diperoleh pengukuran massa Cu sebelum digunakan adalah sebesar 25,55 gram. Namun, setelah digunakan pada pengujian larutan elektrolit massa Cu bertambah menjadi 25,89 gram. Sedangkan massa Zn sebelum digunakan sebesar 29,57 gram. Namun, setelah digunakan pada pengujian larutan elektrolit massa Zn mengalami pengurangan menjadi 28,45 gram. Pada variasi sampel kedua 25%:75% diperoleh pengukuran massa Cu sebelum digunakan adalah sebesar 25,55 gram. Namun, setelah digunakan pada pengujian larutan elektrolit massa Cu bertambah menjadi 26,63 gram. Sedangkan massa Zn sebelum digunakan sebesar 29,57 gram. Namun, setelah digunakan pada pengujian larutan elektrolit massa Zn mengalami pengurangan menjadi 29,16 gram. Pada variasi sampel ketiga 50%:50% diperoleh pengukuran massa Cu sebelum digunakan adalah sebesar 25,55 gram. Namun, setelah digunakan pada pengujian larutan elektrolit massa Cu bertambah menjadi 25,78 gram. Sedangkan massa Zn sebelum digunakan sebesar 29,57 gram. Namun, setelah digunakan pada pengujian larutan elektrolit massa Zn mengalami pengurangan menjadi 29,32 gram dan seterusnya.

#### 4.2 Pembahasan Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dalam pengujian larutan elektrolit dari sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci. Penelitian ini mencakup 5 variasi sampel yaitu 0%:100%, 25%:75%, 50%:50%, 75%:25%, dan 100%:0% dengan volume total 300 ml yang akan diuji nilai pH, tegangan listrik, arus listrik, dan daya listrik juga kemampuannya larutan untuk menghidupkan

LED merah dengan menghitung penurunan tegangan dan arus listrik selama 1 jam dan juga menghitung massa elektroda sebelum dan setelah digunakan dalam larutan elektrolit sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci. Pasangan elektroda yang di gunakan yakni Cu (tembaga) katoda dan Zn (seng) anoda. Maka hasil yang diperoleh dalam penelitian yaitu:

1. Untuk nilai pH yang yang dihasilkan pada penelitian menunjukkan bahwa 100% jeruk kunci menghasilkan nilai pH sebesar 2,8, untuk variasi volume 25% sari belimbing wuluh ditambah 75% sari jeruk kunci menghasilkan nilai pH sebesar 2,6, untuk variasi volume 50% sari belimbing wuluh ditambah 50% sari jeruk kunci menghasilkan nilai pH sebesar 2,5, untuk variasi 75% sari belimbing wuluh ditambah 25% sari jeruk kunci mwnghasilkan nilai pH sebesar 2,3 dan untuk 100% sari belimbing wuluh menghasilkan nilai pH paling kecil yaitu 2,2 yang menyatakan nilai pH paling asam untuk semua variasi.
2. Untuk nilai tegangan listrik, arus listrik serta daya listrik yang dihasilkannya menunjukan bahwa adanya pengaruh nilai pH yang dihasilkan, di mana makin rendahnya nilai pH yang didapatkan maka tegangan listrik, arus listrik, dan daya listrik yang dihasilkannya semakin besar dan sebaliknya. Hal ini menyatakan bahwa seiring meningkatnya variasi volume sari belimbing wuluh maka nilai pH akan semakin kecil sedangkan untuk tegangan, arus dan daya listrik yang dihasilkannya akan makin besar dan sebaliknya.
3. Untuk kemampuan larutan elektrolit untuk menghidupkan lampu LED merah dalam 1 jam dengan melakukan pengamatan setiap 10 menit sekali untuk semua variasi sampel sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci. Hasil yang didapatkan bahwa penurunan tegangannya dan arus listrik yang terjadi adalah stabil.
4. Selanjutnya dari tabel 4.4 menunjukkan massa elektroda Cu (tembaga) dan Zn (seng) sebelum bereaksi dan setelah bereaksi. Di mana massa elektroda Cu (tembaga) dan elektroda Zn (seng) setelah bereaksi akan mengalami perubahan massa dengan sebelum bereaksi. Massa elektroda Cu (tembaga) setelah bereaksi akan mengalami penambahan massa akibat elektroda Cu



mengalami reaksi reduksi atau penangkapan elektron sehingga pada saat bereaksi mengalami pengendapan menjadi logam Cu. Sedangkan untuk massa elektroda Zn akan mengalami pengurangan massa setelah bereaksi karena elektroda Zn mengalami reaksi oksidasi atau pelepasan elektron. Penimbangan masa elektroda Cu (tembaga) dan Zn (seng) dilakukan sesudah reaksinya berlangsung selama 1 jam. Perubahan massa elektroda Cu dan Zn dapat dilihat pada lampiran.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan kepada analisis pembahasan juga hasil dari penelitian yang sudah peneliti laksanakan maka diperoleh kesimpulan berikut ini :

1. Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan terhadap biobaterai dengan larutan sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci diperoleh bahwa rentang nilai pH nya antara 2,2 dan 2,8, tegangan listrik 1,73 V dan 1,64 V, arus listrik 1,05 mA dan 0,99 mA, sedangkan untuk daya listrik 1,81 mW dan 1,62 mW. Hasil pengukuran nilai tegangannya, arus serta daya listrik terendah berada pada variasi 100% larutan sari jeruk kunci sedangkan hasil pengukuran nilai tegangannya, arus serta daya listrik terbesar berada pada variasi 100% larutan sari belimbing wuluh dengan volume 300 ml. Hal ini menyatakan bahwa seiring meningkatnya variasi volume sari belimbing wuluh maka nilai pH akan semakin kecil sedangkan untuk tegangan listrik, arus listrik, dan daya listrik yang dihasilkannya makin besar dan sebaliknya,
2. Kemampuan larutan elektrolit sari belimbing wuluh dan sari jeruk kunci dalam menyalakan lampu LED merah sampai 1 jam terjadi turunnya tegangan listrik dan arus listrik secara stabil seiring dengan waktu pembebanan.
3. Terjadi perubahan massa elektroda Cu (tembaga) dan Zn (seng) sesudah bereaksi dengan larutan elektrolit. Hal ini ditunjukkan dari hasil pengukuran di mana terjadinya penambahan massa pada elektroda Cu (tembaga) dan pengurangan massa pada elektroda Zn (seng).

#### **5.2 Saran**

Adapun beberapa saran dari peneliti berkaitan dengan penelitian ini yakni:

1. Untuk penelitian selanjutnya supaya lebih memperbanyak volume variasi sampel di mana untuk memperoleh hasil arus listrik yang lebih besar maka

komposisi volume sari belimbing wuluh lebih diperbanyak dari sari jeruk kunci.

2. Untuk peneliti selanjutnya sebelum menggunakan alat terlebih dahulu sebaiknya dikalibrasi supaya hasil yang didapatkan bisa lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atina. (2015). Tegangan Dan Kuat Arus Listrik Dari Sifat Asam Buah. *Jurnal Dosen Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas PGRI Palembang*, 12 (2), 28-42.
- Azmi, I. (2015). Prototipe Baterai Dari Buah Belimbing Sayur Sebagai Energi Alternatif. *Jurnal Ilmiah pendidikan Fisika "Lensa"*, 3 (2), 294-296.
- Daryanto. (2000). Fisika Teknik. Jakarta: PT RINEKA CPTA.
- Ganti, D. (2003). Keterampilan Elektronika Untuk Pemula. Bandung: M2S Bandung.
- Harahap, M. R. (2016). Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasinya. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2 (1), 177-180.
- Harahap, Z. (2004). Dasar-dasar Teknik Listrik. Jakarta: Erlangga.
- Jauharah, W. D. (2013). Analisis Kelistrikan Yang Dihasilkan Limbah Buah dan Sayur Sebagai energi Alternatif Bio-baterai. *Skripsi Universitas jember*.
- Kholiq, I. (2015). Pemanfaatan Energi Alternatif Sebagai energi Terbarukan Untuk Mendukung Substitusi BBM. *Jurnal IPTEK*, 19 No.2, 75-91.
- Mungkin, M., & Tanjung, D. A. (2019). Studi Filtrasi Air Belimbing Wuluh Sebagai Elektrolit Baterai Pengganti Elektrolit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. *Jurnal Kimia Saintek Dan Pendidikan*, 3 (2), 58-63.
- Muqaddas, A. (2016). Pembuatan Properti Lampu Dengan Sumber Tegangan Listrik Dari Air Laut. *Skripsi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar*.
- Putra, W. S. (2017). Kitab Herbal Nusantara. Yogyakarta: KATAHATI.

- Putri, A. R., & Maruf, A. (2018). Energi Alternatif Dengan Menggunakan Reaksi Elktrokimia. *JUPI (jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 03 (01), 62-69.
- Riyanto, P. D. (2013). *Elektronika Dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Rizki Syawalian, M. A., Yohana, & Kahar, A. (2019). Pengaruh Kuat Arus dan Tegangan Terhadap Perubahan Kandungan Logam Pada Lindi TPA Sampah Dengan Metode Elektrolisis. *Jurnal Chemurgy*, 03 (1), 6-19.
- Rosman, A., Risdiana, Yuliani, e., & Vovi. (2019). Karakteristik Arus dan Tegangan Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Dengan Menggunakan Resistor. *Jurnal Ilmiah d' Computare*, 9, 40-43.
- Rusdianto, E. (2002). Penerapan Konsep Dasar Listrik dan Elektronika. Yogyakarta: Kanisius.
- Septiani, N. W. (2017). Uji Kemampuan Larutan Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi) Dalam Menurunkan Jumlah Kuman Pada Peralatan Makan Di Cafeteria Perpustakaan UIN Alauddin Makassar. *Skripsi UIN Alauddin Makassar*.
- Sintiya, D., & Nurmasyitah. (2019). Pengaruh Bahan Elektroda Terhadap Kelistrika Jeruk Dan Tomat Sebagai Solusi Energi Alternatif. *Jurnal Universitas Samudra*.
- Siregar, S. M. (2017). Pengaruh Bahan Elektroda Terhadap Kelistrikan Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi) Sebagai Solusi Energi Alternatif Rammah Lingkungan. *Jurnal Penelitian Pendidikan MIPA*, 2 (1), 166-173.
- Suciyati, S. W., Asmarani, S., & Supriyanto, A. (2019). Analisis Jeruk Dan Kulit Jeruk Sebagai Larutan Elektrolit Terhadap Kelistrikan Sel Volta. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 7 (1), 7-16.

- Surahman, A. (2017). Studi Karakteristik Daya Listrik Air Laut Dengan Prinsip Sel Volta dan Efek Elektroda. *Skripsi Universitas Hasanuddin Makassar* .
- Suryaningsih, S. (2016). Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi) Sebagai Sumber Energi Dalam Sel Galvani. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 06 (01), 11-17.
- Widyaningsih, W. P., & Margana. (2019). Pembangkit listrik Elektron Power Inverter (EPI) Dengan Memanfaatkan Buah Belimbing Wuluh Dan Kulit Pisang. *Jurnal Teknik Energi*, 15 (1), 20-26.
- Yasa, W. K., Sukainah, A., & Rais, M. (2019). Pemanfaatan Berbagai Limbah Buah-buah Sebagai Sumber Energi Listrik. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 6 (2), 109-113.
- Zakaria. (2018). Studi Pemamfaatan Aluminium Sebagai Anoda Untuk Energi Listrik Alternatif Tenaga Air Laut Pada Penerangan Kapal Nelayan. *Skripsi Institut Teknologi Sepuluh November* , 4-5.

## Lampiran 1.

### ANALISA DAN PERHITUNGAN

#### 1. Mencari nilai daya listrik pada penelitian

##### 1.1 Variasi volume 0%:100%

$$\begin{aligned}P &= V \cdot I \\&= 1,64.0,99 \\&= 1,62mW\end{aligned}$$

##### 1.2 Variasi volume 25%:75%

$$\begin{aligned}P &= V \cdot I \\&= 1,68.1,01 \\&= 1,69mW\end{aligned}$$

##### 1.3 Variasi volume 50%:50%

$$\begin{aligned}P &= V \cdot I \\&= 1,70.1,03 \\&= 1,75mW\end{aligned}$$

##### 1.4 Variasi volume 75%:25%

$$\begin{aligned}P &= V \cdot I \\&= 1,71.1,04 \\&= 1,77mW\end{aligned}$$

##### 1.5 Variasi volume 100%:0%

$$\begin{aligned}P &= V \cdot I \\&= 1,73.1,05 \\&= 1,81mW\end{aligned}$$

## 2. Mencari perubahan massa elektroda Cu

### 2.1 Variasi volume 0%:100% elektroda Cu

$$m_1 = 25,55 \text{ gram}$$

$$m_2 = 26,89 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}\Delta m &= m_2 - m_1 \\ &= 26,89 - 25,55 \\ &= 1,34 \text{ gram}\end{aligned}$$

### 2.2 Variasi volume 25%:75% elektroda Cu

$$m_1 = 25,55 \text{ gram}$$

$$m_2 = 26,63 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}\Delta m &= m_2 - m_1 \\ &= 26,63 - 25,55 \\ &= 1,08 \text{ gram}\end{aligned}$$

### 2.3 Variasi volume 50%:50% elektroda Cu

$$m_1 = 25,55 \text{ gram}$$

$$m_2 = 25,78 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}\Delta m &= m_2 - m_1 \\ &= 25,78 - 25,55 \\ &= 0,23 \text{ gram}\end{aligned}$$

### 2.4 Variasi volume 75%:25% elektroda Cu

$$m_1 = 25,55 \text{ gram}$$

$$m_2 = 25,79 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}\Delta m &= m_2 - m_1 \\ &= 25,79 - 25,55 \\ &= 0,24 \text{ gram}\end{aligned}$$

### 2.5 Variasi volume 100%:0% elektroda Cu

$$m_1 = 25,55 \text{ gram}$$

$$m_2 = 25,86 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}\Delta m &= m_2 - m_1 \\ &= 25,86 - 25,55 \\ &= 0,31 \text{ gram}\end{aligned}$$



### 3. Mencari perubahan massa elektroda Zn

3.1. Variasi volume 0%:100% elektroda Zn

$$\begin{aligned}m_1 &= 29,57 \text{ gram} \\m_2 &= 28,45 \text{ gram} \\\Delta m &= m_2 - m_1 \\&= 28,45 - 29,57 \\&= -1,12 \text{ gram}\end{aligned}$$

3.2 Variasi volume 25%:75% elektroda Zn

$$\begin{aligned}m_1 &= 29,57 \text{ gram} \\m_2 &= 29,16 \text{ gram} \\\Delta m &= m_2 - m_1 \\&= 29,16 - 29,57 \\&= -0,41 \text{ gram}\end{aligned}$$

3.3 Variasi volume 50%:50% elektroda Zn

$$\begin{aligned}m_1 &= 30,00 \text{ gram} \\m_2 &= 29,32 \text{ gram} \\\Delta m &= m_2 - m_1 \\&= 29,32 - 29,57 \\&= -0,25 \text{ gram}\end{aligned}$$

3.4 Variasi volume 75%:25% elektroda Zn

$$\begin{aligned}m_1 &= 29,57 \text{ gram} \\m_2 &= 29,50 \text{ gram} \\\Delta m &= m_2 - m_1 \\&= 29,50 - 29,57 \\&= -0,07 \text{ gram}\end{aligned}$$

3.5 Variasi volume 100%:0% elektroda Zn

$$\begin{aligned}m_1 &= 29,57 \text{ gram} \\m_2 &= 29,350 \text{ gram} \\\Delta m &= m_2 - m_1 \\&= 29,50 - 29,57 \\&= -0,07 \text{ gram}\end{aligned}$$

**Lampiran 2.**

**GAMBAR ALAT-ALAT PERCOBAAN**



**Multimeter Digital**



**pH meter digital**



**Timbangan Digital**



**Wadah Akrilik**



**Blender**



**Perasan Jeruk**

**Lampiran 3.**

**GAMBAR BAHAN PERCOBAAN**



**Belimbing Wuluh**



**Jeruk Kunci**



**Tembaga (Cu)**



**Seng (Zn)**

**Lampiran 4.**

**GAMBAR PROSES DAN HASIL PENGUJIAN**



**Proses Pencucian Buah Belimbing Wuluh**



**Proses Pencucian Buah Jeruk Kunci**



**Proses Pembelenderan Buah Belimbing Wuluh**



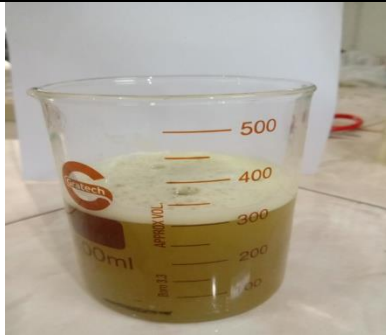
**Proses Pemasakan Buah Jeruk Kunci**



**Proses Penyaringan Cairan Belimbing Wuluh**



**Proses Penyaringan Cairan Jeruk kunci**



**Larutan sari Belimbing Wuluh**



**Larutan sari Jeruk Kunci**



**Penimbangan massa elektroda Cu (Tembaga) Sebelum digunakan**



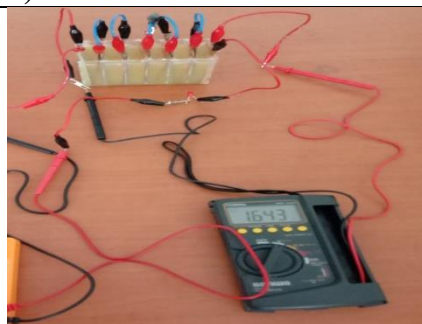
**Penimbangan massa elektroda Zn (Seng) Sebelum digunakan**



**Pengukuran Nilai pH Variasi sampel 75%:25% (225 ml sari belimbing wuluh ditambah 75 ml sari jeruk kunci)**



**Pengukuran Nilai pH Variasi sampel 100%:0% (300 ml sari Belimbing wuluh)**

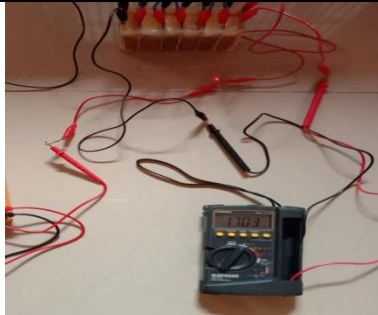


**Pengujian tegangan listrik pada variasi 0%:100%**



**Pengujian arus listrik pada variasi 25%:75%**

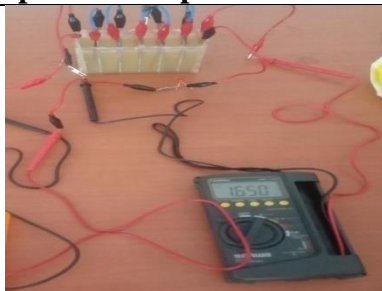




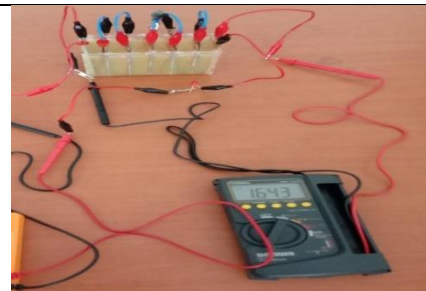
**Pengujian Penurunan Tegangan pada variasi Sampel 75%:25% setiap 10 Menit pada menit pertama**



**Pengujian Penurunan Tegangan pada variasi Sampel 75%:25% setiap 10 menit pada menit ke 20**



**Pengujian Penurunan Tegangan pada variasi Sampel 50%:50% setiap 40 Menit**



**Pengujian Penurunan Tegangan pada variasi Sampel 50%:50% setiap 50 Menit**



**Pengujian Penurunan Arus pada variasi Sampel 75%:25% setiap 10 Menit pada menit ke 30**



**Pengujian Penurunan Arus pada variasi Sampel 25%:75% setiap 10 menit pada menit ke 50**



**Massa Elektroda Cu Setelah Bereaksi pada variasi 100%:0%**



**Massa Elektroda Zn Setelah Bereaksi pada variasi 100%:0%**



**Massa Elektroda Cu Setelah Bereaksi  
pada variasi 0%:100%**



**Massa Elektroda Zn Setelah  
Bereaksi pada variasi 0%:100%**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Zafira Amalia Nasution adalah nama penulis skripsi ini. Lahir pada tanggal 30 Desember 1997, di desa pasar III Natal, Kecamatan Natal, Kab. Mandailing Natal. Penulis merupakan anak pertama dari 3 bersaudara, dari pasangan bapak Hamidi Nasution dan ibu Masriani. Penulis pertama kali masuk pendidikan di SD Negeri 358 Natal pada tahun 2004 dan tamat 2010 pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan ke Madrasah Tsanawiyah Muhammadiyah 20 Natal dan tamat pada tahun 2013. Setelah selesai ditingkat Madrasah, penulis melanjutkan ke tingkat SMA Negeri 1 Natal dan tamat pada tahun 2016. Dan pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai Mahasiswa di Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Fakultas Sains dan Teknologi Jurusan Fisika dan tamat pada tahun 2021.

Berkat petunjuk dan pertolongan Allah SWT, usaha dan disertai doa dari kedua orang tua serta keluarga besar dalam menjalani aktivitas akademik di perguruan Tinggi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan. Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan skripsi yang berjudul “Analisis Kelistrikan Larutan Elektrolit Berbasis Sari Belimbing Wuluh dan Sari Jeruk Kunci Sebagai Sumber Energi Alternatif”.